

Высокоуровневый Grid-сервис обработки данных

В. В. Волошинов, О. В. Сухорослов

Институт системного анализа РАН, Москва

1. Введение

Одной из задач, поставленных в рамках проекта «Электронная Земля» [1], является организация доступа пользователей к существующим средствам обработки геоданных и соответствующей вычислительной инфраструктуре Grid, обеспечивающей необходимые вычислительные мощности для запуска ресурсоемких задач.

Как показывает практика, наиболее удобным способом взаимодействия пользователя с Grid является использование проблемно-ориентированных Web-интерфейсов (т. н. Grid-порталов), скрывающих от пользователя детали взаимодействия с Grid-инфраструктурой. Схема взаимодействия портала с Grid-системой основана на фиксации списка алгоритмов обработки данных на стороне Grid и использовании минимального числа параметров задачи, определяемых пользователем через Web-интерфейс портала.

Как правило, портал самостоятельно формирует низкоуровневые Grid-задания, находит подходящие ресурсы, осуществляет запуск заданий и контроль их выполнения. В настоящей работе был реализован другой, более гибкий подход, заключающийся в создании отдельного высокоуровневого сервиса обработки геоданных, выполняющего роль «брокера» между порталом и Grid. Данная схема базируется на использовании сервис-ориентированного подхода, в рамках которого достигается переход от монолитных распределенных приложений к приложениям, состоящим из набора слабо связанных распределенных компонентов, обнаруживаемых динамически в сети.

Сервис GDPS (Geo Data Processing Service) представляет собой универсальный сервис, предоставляющий доступ к различным прикладным и фундаментальным вычислительно сложным алгоритмам в области наук о Земле, и поддерживающий запуск соответствующих вычислений в Grid. В качестве реализации сервис-ориентированного подхода использовался инструментарий IARnet [2], предоставляющий высокоуровневые средства интеграции ресурсов в распределенную вычислительную среду типа Grid. В качестве базовой технологии сетевого взаимодействия использовалась технология Ice [3].

Сервис GDPS (рис. 1) выполняет роль «брокера» между системой порталов «Электронная Земля» и Grid-системой, а также одновременно является полноценным порталом. Каждый алгоритм обработки данных, предоставляемый сервисом GDPS, имеет имя и набор входных/выходных параметров. Метаописания алгоритмов в XML-формате размещаются на сервере метаданных Электронной Земли как специальный тип ресурсов.

Через интерфейс портала пользователь формирует набор данных, которые он хочет обработать. Затем — выбирает из списка алгоритмов, предоставляемых сервисом GDPS, интересующий его алгоритм обработки данных, и указывает параметры нового задания, в том числе — отобранные им данные. После запуска задания портал отправляет задание сервису GDPS. Сервис производит загрузку данных, находит требуемый алгоритм

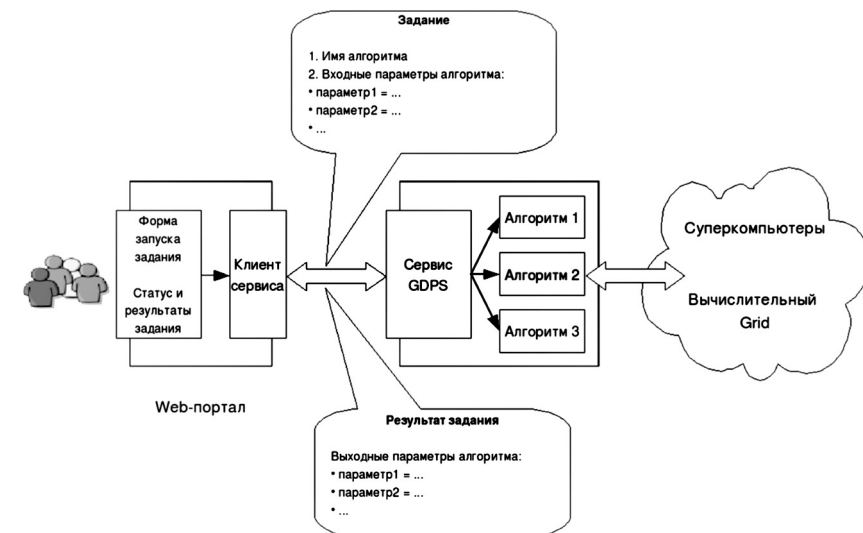


Рис. 1. Схема взаимодействия портала и сервиса GDPS

и осуществляет его запуск. Пользователь может отслеживать статус своего задания через портал. После окончания выполнения задания, результаты передаются на портал и отображаются пользователю.

Таким образом, сервис GDPS способен самостоятельно связываться с системой Grid, преобразуя относительно простые по структуре задания пользователя в Grid-задания. Более того, он дает возможность пользователю отслеживать статус выполнения задания в Grid и получать результат в одном из форматов геоданных, которые затем могут быть использованы при дальнейшем ГИС анализе.

2. Детали реализации сервиса GDPS

Перечислим основные принципы, которые использовались при разработке сервиса GDPS.

Исходные данные и результаты их обработки представляются в форме списка пар строк {<имя параметра>:<значение>}. Если речь идет о большом массиве данных, которые удобно передавать в виде файла, то в качестве значения параметра используется URL данного файла. При этом предполагается, что этот файл доступен по сети по одному из общепринятых сетевых протоколов HTTP или FTP.

Сам сервис обработки данных реализует выполнение задач пользователей. Приведем список используемых терминов:

- задача (*problem*) — описание задания, включая исходные данные и выбранный алгоритм обработки (*solver*);
- задание (*job*) — процесс выполнения задачи на сервисе, другими словами, если задача принимается сервисом, то она трансформируется в задание;
- статус задания — строки { «WAITING» | «PROCESSING» | «DONE» } (WAITING — задание ожидает выполнения, PROCESSING — задание выполняется, DONE — выполнение задания закончено, но результат еще не отправлен пользователю).

Сервис формирует две очереди заданий: выполняемых и ожидающих выполнения. По завершении задания, его результат сохраняется в сервисе до тех пор, пока клиентское приложение не запросит результат задания. Сервис имеет ограничения на максимальное число выполняемых заданий, а также на общее число заданий, хранящихся сервисом, включая ожидающие, выполняемые и завершенные (результат которых еще не отправлен).

Результат выполнения задания является, либо массивом пар строк {<имя параметра>:<значение>}, либо исключением с кратким описанием возникшей ошибки. Когда результат отправляется клиентскому приложению, задание удаляется из очереди сервиса.

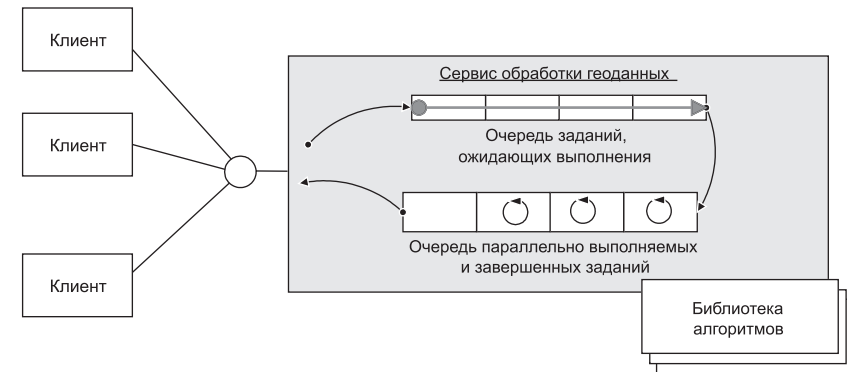


Рис. 2. Схема сервиса обработки геоданных

Общая схема реализации и функционирования сервиса изображена на рис. 2.

Сервис GDPS реализован на языке Java с использованием новой версии инструментария IARnet, основанной на промежуточном ПО Ice. Реализация сервиса может быть условно разделена на два основных модуля: модуль самого сервиса, независимого от деталей реализации алгоритмов обработки данных и модуль подключаемых алгоритмов. Каждый подключаемый к сервису алгоритм должен расширять абстрактный Java-класс AbstractSolver с унифицированным интерфейсом.

Портал взаимодействует с сервисом GDPS при помощи клиентского приложения, реализованного на языке C++. Данное приложение предоставляет интерфейс командной строки для запуска, отмены, получения статуса и результатов заданий на удаленном сервисе GDPS.

3. Формат метаописаний алгоритмов

Каждый алгоритм, установленный на сервисе GDPS, должен быть зарегистрирован в распределенной метабазе ресурсов проекта «Электронная Земля» (ЭЗ). Только после этого он станет доступным для поиска и использования через портал.

Метаописание алгоритма состоит из двух частей.

1. Общего описания ресурса, в соответствии со стандартной схемой метаданных ЭЗ.
2. Специфичного для каждого алгоритма описания решаемой задачи, в виде спецификации входных и выходных параметров алгоритма.

Рассмотрим эти части подробнее.

3.1. Описание ресурса

Для описания алгоритма в качестве ресурса ЭЗ используется текущая спецификация формата метаданных ЭЗ. В силу ограниченности списка поддерживаемых данной спецификацией классов ресурсов, алгоритмы были условно отнесены к классу Database. Для алгоритмов был введен новый тип ресурса «Алгоритмы IARnet» (числовой идентификатор 27).

Ниже приведен пример описания ресурса, соответствующего алгоритму RTL (см. раздел 4):

```
<Database rno="2" section="e-Земля" type="27">
<SourceRecord>ISA</SourceRecord>
<Title>RTL</Title>
<Description>
Вычисление сеточного слоя, представляющего пространственно-
временную характеристику сейсмического процесса.
</Description>
<CreatorOrg>ИППИ, ИСА</CreatorOrg>
<WWW>http://dcs.isa.ru/earth/problems/rtl.xml</WWW>
</Database>
```

Внутри элемента WWW размещается ссылка на описание задачи.

3.2. Описание задачи

Поскольку описание самого алгоритма не предусмотрено в текущей спецификации формата метаданных ЭЗ, то данное описание было вынесено в отдельный XML-файл, ссылка на который размещается внутри описания ресурса.

Задача описывается в терминах входных (input) и выходных (output) параметров алгоритма. Для каждого параметра указывается его имя (name), тип (type) и расширенное название (title). Для входных параметров также могут быть указаны флаг обязательности (mandatory) и значение по умолчанию (value).

В настоящий момент определены следующие типы параметров:

- **bool** — булево значение (true/false);
- **int** — целое число;
- **double** — число с плавающей запятой;
- **string** — текстовая строка;
- **shp** — файл формата SHP;
- **dbf** — файл формата DBF;
- **csv** — файл формата CSV.

Ниже приведен пример описания задачи, соответствующей алгоритму RTL (см. раздел 4):

```
<problem name="RTL" location="GeoDataProcessor@DCS.ISA.RU:
ssl -h dcs.isa.ru -p 7070" >
<input name="shape_file" mandatory="true"
title="Shape file" type="shp"
value="http://dcs.isa.ru/earth/data/hist_deh.shp"/>
<input name="R" mandatory="true" title="R" type="double"
value="1000"/>
<input name="T" mandatory="true" title="T" type="double"
value="1000000"/>
<input name="alpha" mandatory="true" title="alpha"
type="double" value="0.1"/>
<input name="epsilon" mandatory="true" title="epsilon"
type="double" value="0"/>
<input name="countX" mandatory="true" title="countX"
type="int" value="30"/>
<input name="countY" mandatory="true" title="countY"
type="int" value="30"/>
<input name="countT" mandatory="true" title="countT"
type="int" value="4"/>
<output name="results_file" title="Results" type="string"/>
</problem>
```

При описании задачи также указывается физический адрес сервиса GDPS, на котором размещен данный алгоритм (атрибут location).

Информация, содержащаяся внутри описания задачи, используется порталом для динамического формирования Web-интерфейса пользователя и запуска задачи на сервисе.

4. Интеграция алгоритма RTL

В качестве демонстрационного примера на сервисе GDPS был размещен алгоритм RTL, разработанный в ИППИ РАН. Данный алгоритм реализует вычисление сеточного слоя, представляющего пространственно-временную характеристику сейсмического процесса

$$RTL(X, Y, T) = \sum_n [(E_n)^\alpha \cdot e^{-r_n/R} \cdot e^{-t_n/T}] \cdot 1\left(\varepsilon - \frac{r_n}{R}\right) \cdot 1\left(\varepsilon - \frac{t_n}{T}\right),$$

где: $1(t) = \begin{cases} 1, & t \geq 0 \\ 0, & t < 0 \end{cases}$, X, Y, T — координаты точки 3D сетки, n — номер события, E — энергия, α — степень (например, 0,33), ε — пороговый коэффициент, r_n — расстояние от узла сетки до события, t_n — временной интервал от узла сетки до события, R, T — коэффициенты затухания.

В разделе 3 приведены описания ресурса и алгоритма RTL, зарегистрированные в распределенной метабазе Электронной Земли.

Алгоритм RTL реализован на языке Java, поэтому легко может быть интегрирован в сервис GDPS путем разработки соответствующего адаптера. Адаптированный для использования в рамках сервиса GDPS алгоритм RTL имеет следующие входные параметры:

- **shape_file** (shp) — shp-файл с каталогом событий (в виде URL);
- **R** (double) — коэффициент затухания, в км. (см. формулу выше);
- **T** (double) — коэффициент затухания, в сутках (см. формулу выше);
- **epsilon** (double) — пороговый коэффициент (см. формулу выше);

ISA проект



Ввод (редактирование) параметров запуска задачи

Название задачи:

RTL-Test

Описание задачи:

*Shape file(тип: shp)

*R(тип: double)

*T(тип: double)

*alpha(тип: double)

*epsilon(тип: double)

*countX(тип: int)

*countY(тип: int)

*countT(тип: int)

Рис. 3. Web-интерфейс для запуска алгоритма RTL

ISA задача



Задание выполнено. Результат расчетов:

results_file: <https://83.149.249.206:7272/www/geodata/rtl-results-1196852191411.zip>

Рис. 4. Результат выполнения задания

- **alpha** (double) — степень (см. формулу выше);
- **countX** (int) — размер выходного растра по горизонтали;
- **countY** (int) — размер выходного растра по вертикали;
- **countT** (int) — размер выходного растра по времени.

В качестве результата алгоритм RTL создает несколько файлов с вычисленным сеточным слоем, которые упаковываются в один zip-файл. Данный файл размещается на встроенном в узел IARnet Web-сервере, а URL файла передается как выходной параметр алгоритма (results_file).

На рис. 3 изображен Web-интерфейс для запуска алгоритма RTL на сервисе GDPS, автоматически сгенерированный центральным порталом ЭЗ по метаописанию алгоритма. После запуска задания пользователь может проверять статус выполнения задания на специальной странице. После выполнения задания на данной странице отображается его результат (см. рис. 4).

5. Заключение

В работе описан универсальный Grid-сервис, предоставляющий доступ к алгоритмам анализа и обработки данных. Данный сервис реализован на основе инструментария IARnet. Проведена интеграция сервиса с центральным порталом проекта «Электронная Земля», позволяющая пользователям портала осуществлять поиск алгоритмов и запуск заданий по обработке данных.

Литература

1. Центральный портал проекта «Электронная Земля» Президиума РАН. [Электронный ресурс] <http://eeearth.viniti.ru>
2. Емельянов С. В., Афанасьев А. П., Волошинов В. В., Гринберг Я. Р., Кривцов В. Е., Сухорослов О. В. Реализация Grid-вычислений в среде IARnet // Информационные технологии и вычислительные системы. М.: Институт микропроцессорных вычислительных систем РАН, 2005. № 2. С. 61–75.
3. Сухорослов О. В. Промежуточное программное обеспечение Ice // Проблемы вычислений в распределенной среде. Труды ИСА РАН. М.: Издательство ЛКИ/URSS, 2007.