

СЕРВИС-ОРИЕНТИРОВАННАЯ РАСПРЕДЕЛЕННАЯ СИСТЕМА ОБРАБОТКИ КРУПНОФОРМАТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

С.Б. Попов

В докладе рассматривается сервис-ориентированный подход к построению распределенной системы обработки крупноформатных изображений. Причем сервис-ориентированная архитектура предоставляет здесь не просто способ построения сложной распределенной системы, а качественно иной принцип использования привычных сущностей, которые вместе обеспечивают некий синергетический эффект.

Пользователь, использующий системы обработки изображений, ожидает от распределенных систем той же функциональности, которую ему предоставляют обычные приложения, подобные Adobe Photoshop, GIMP, ImageMagick, но на более высоком уровне: работа с крупноформатными изображениями такого размера, который уже не поддерживается обычными приложениями; обеспечение привычного времени реакции при выполнении операций над такими крупноформатными изображениями, а для наиболее распространенной операции визуализации изображения это время в идеале должно быть даже меньше, чем если бы изображение хранилось на локальном диске компьютера.

Однако способ взаимодействия с распределенной системой обработки изображений, ее интерфейс не должен отличаться от привычного интерфейса классических приложений, используемых при обработке изображений: набор базовых операций, возможность объединения различных последовательностей этих операций в виде заданий. Пользователь, в большинстве своем, не желает знать, что он работает с распределенной системой. Поэтому распределенная система обработки изображений должна обеспечивать абстракцию всех сетевых ресурсов в виде единого компьютера, при этом учитывать все те заблуждения [1] относительно реалий сетевой вычислительной среды, одновременно скрывая их от пользователя.

Основой описываемой системы является децентрализованное объединение равноправных взаимодействующих друг с другом сервисов, т.е. федерация сервисов. Поэтому в качестве основной платформы выбрана вычислительная среда метакомпьютинга SORCER (Service-ORiented Computing EnviRonment), разработанная в Техасском техническом университете (Texas Tech University) [2]. Авторы SORCER предлагают по-новому взглянуть на грид-вычисления. Разработанная инфраструктура объединяет в единую федерацию сервисы, расположенные на различных компьютерах, таким образом, что для пользователя такой виртуальный метакомпьютер представляется и действует как один обычный компьютер.

В работе используется нетрадиционный ориентированный-на-данные подход к организации вычислений в процессе обработки изображений, при котором данные изображений, точнее их фрагменты, заранее распределены по компьютерам распределенной системы, а в процессе обработки на компьютеры распределенной системы вместо данных изображений рассылаются процедуры их обработки. Основной структурной единицей системы является распределенное изображение, которое доступно пользователю как набор взаимодействующих сервисов хранения, т.е. каждый фрагмент распределенного изображения представляется в виде отдельного сервиса (фрейм-сервиса) со своим уникальным именем в иерархии изображений-сервисов.

Декомпозиция данных при формировании федерации фрейм-сервисов одного изображения выполняется на основе принципов, изложенных в работе [3], которые обеспечивают отказоустойчивость при распределенном хранении данных изображений и децентрализованное динамическое выравнивание нагрузки при выполнении наиболее популярных операций обработки изображений в распределенной системе.

Фрейм-сервис, помимо собственно хранимых данных и, соответственно, интерфейса доступа к ним, имеет еще и интерфейс, обеспечивающий получение и выполнение задания на обработку контролируемых данных. Результатом обработки является новое распределенное изображение фрагменты которого могут быть не совсем согласованы между собой в части обеспечения последующей эффективной сбалансированной распределенной обработки. Но наличие "интеллекта" у фрейм-сервиса, связей с соседями позволяет выполнить все необходимые для такого согласования действия автономно, в фоновом режиме, предоставляя пользователю необходимые ему функции (чаще всего это визуализация) и данные непосредственно сразу после создания.

Быстрая визуализация крупноформатных распределенных изображений основывается на оригинальном способе организации данных внутри фрейм-сервисов на основе пирамидальных структур, использующих рекурсивное представление изображений и иерархические методы компрессии [4]. В предлагаемом способе представления данных распределенного изображения используется трехуровневая иерархическая структура: уровень эскиза, обеспечивающий быструю визуализацию всего изображения, промежуточный уровень, уточняющий представление изображения при увеличении степени детальности просмотра и служащий основой для

формирования реальных отсчетов изображения с помощью иерархических методов компрессии, и собственно уровень исходных отсчетов, представленный при хранении упакованной информацией, обеспечивающей точное восстановление исходных отсчетов по отсчетам промежуточного уровня.

Функция быстрой визуализации изображений большого размера обеспечивается наличием у каждого фрейм-сервиса так называемого эскиза изображения и заранее сформированного слоя данных с промежуточным уровнем детальности. Визуализирующее приложение, обращаясь к сервису с наиболее быстрым доступом, получает данные, необходимые для предварительного просмотра изображения. При просмотре изображения в полноразмерном режиме пользователю отображается только выбранный им фрагмент, формируемый как результат обращения к нескольким фрейм-сервисам. При прокрутке изображения в окне происходит последовательное обращение к необходимым фрейм-сервисам, которые обеспечивают формирование и подкачку необходимых данных. Для обеспечения комфортного уровня интерактивности подкачка выполняется в режиме чтения с упреждением (prepaging). Наличие перекрытий хранящихся на фрейм-сервисах фрагментов делает этот процесс более плавным.

В заключение хотелось бы отметить один из наиболее востребованных синергетических эффектов предлагаемого подхода, который проявляется в том, что в данной распределенной системе легко, прозрачно реализовывается возможность формирования крупноформатного распределенного изображения через объединение нескольких различных перекрывающихся снимков панорамы. При этом взаимодействующие сервисы распределенной системы хранения могут самостоятельно (или с минимальным вмешательством пользователя) решить вопросы сшивки, т.е. нахождения общих точек, попарное согласование локальных координат каждого фрагмента и отображение их на глобальные координаты полного распределенного изображения.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ номер НШ-3086.2008.9, российско-американской программы «Фундаментальные исследования и высшее образование» (BRHE), грантов РФФИ 07-07-00210 и 06-08-01024.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Fallacies of Distributed Computing. http://en.wikipedia.org/wiki/Fallacies_of_Distributed_Computing
2. M. Sobolewski "Federated Method Invocation with Exertions". In: Proc. of Int. Multiconference on Computer Science and Information Technology, Oct. 15 – 17, 2007, Wisla, Poland, Volume 2, pp. 765-778.
3. Попов С.Б. "Концепция распределенного хранения и параллельной обработки крупноформатных изображений" // Компьютерная оптика, вып. 31, № 4, 2007, с.77-85.
4. Gashnikov M.V., Glumov N.I., Popov S.B., Segreyev V.V., Farberov E. "A Software System for Transmitting Large-Size Images via the Internet" // Pattern Recognition and Image Analysis, Vol.11, No.2, 2001, p.430-432.