

New Generation Systems for Seismic Data Processing

Новые системы для обработки сейсмических данных

На К... , А а Ya... , А Е а , LARGEО
Е а А f... а, А В а , ARBYTE

и а К... , А а... , А... Е и... AP EO
Е а А... , А... и а , ARBYTE

In October 2004, servicing company LARGEО completed a pilot project on evaluating ARBYTE Zeeger Geo 64 cluster. In February 2005, the company made a decision on purchasing the cluster, and late in March they completed its installation and adjustment at their computer center.

LARGEО (the Russian agency of Large Data Processing Ltd., authorized successor of LARGE U.K. in the area of seismic data processing) specializes in seismic work for international and Russian oil and gas companies. LARGEО performs processing and interpretation of seismic data, and also provides supervision of field operations and quality control of acquired data.

ARBYTE Zeeger Geo 64 is a computing, which includes one four-processor server TI-4 and six two-processor servers Alkazar TI-2 integrated by a GB commutator. Total volume of the main memory is 56 GB, and total number of Intel Itanium 2 processors is 16.

"The company fulfils large projects for the international oil companies. In this connection, processing volumes increased considerably, and last year the Company purchased high-performance server SunFire 6800 manufactured by Sun Microsystems, which includes 24 processors. "However, now we are facing new problems and this server is not sufficient to solve them. So, we decided to test new cluster ARBYTE with Itanium 2 processors," says Alexander Yakovlev, LARGEО general manager.

To check performance capabilities of the cluster, the most complicated seismic computational problems were selected – Prestack Depth and Time Migration and Poststack Time Migration. Prestack Depth Migration mapping provides more exact depth-scale seismic images of boundaries. However, these algorithms are most resource-consuming, as huge volume of computation is required for high-accuracy interpretation of the results. The initial stage of the time processing also requires a num-

Сервисная компания «ЛАРГЕО», после проведения в октябре 2004 года пилотного проекта по оценке кластера ARBYTE Zeeger Geo 64, в феврале 2005 года приняла решение о его приобретении. Работы по установке и наладке кластера в вычислительном центре компании были завершены в конце марта.

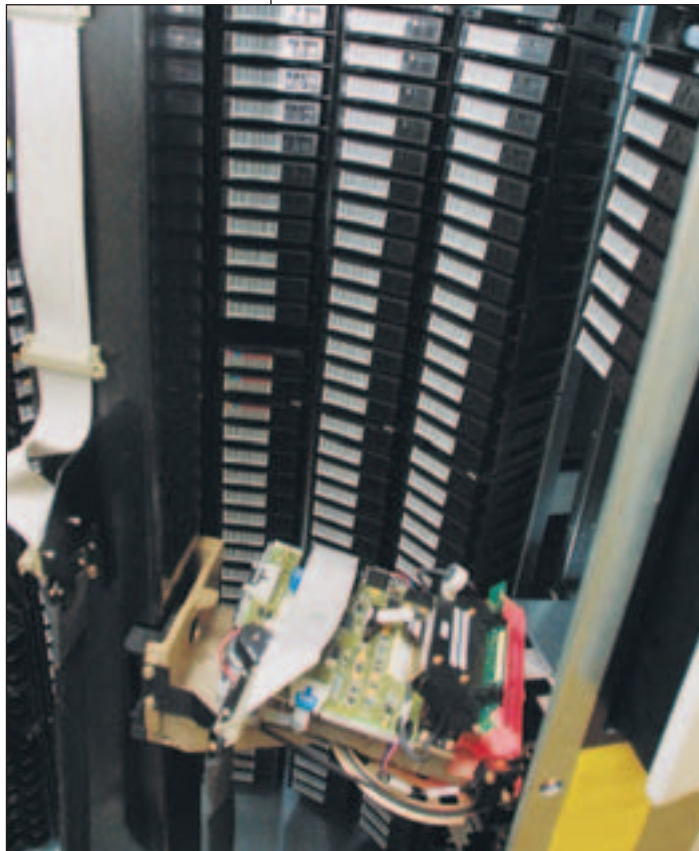
«ЛАРГЕО» (российское представительство Large Data Processing Ltd., полноправного правопреемника компании LARGE U.K. в области обработки сейсмических данных) специ-

циализируется на выполнении геофизических работ для международных и российских нефтяных и газовых компаний. «ЛАРГЕО» производит обработку и интерпретацию данных, полученных методом сейсморазведки, а также обеспечивает надзор за выполнением полевых работ и контроль качества получаемых данных.

ARBYTE Zeeger Geo 64 – вычислительный комплекс, состоящий из одного четырех-процессорного сервера TI-4 и шести двухпроцессорных серверов Alkazar TI-2, объединенных гигабитным коммутатором. Суммарный объем оперативной памяти составляет 56 Гбайт, а общее число про-

цессоров Intel Itanium 2 достигает шестнадцати.

«Компания выполняет крупные проекты для российских и международных нефтяных компаний. В связи с этим значительно возросли объемы обработки, и в прошлом году компания приобрела высокопроизводительный сервер SunFire 6800 фирмы Sun Microsystems, который включает 24 процессора. Однако сейчас перед нами встали новые задачи, для решения



SOURCE: OGE • ИСТОЧНИК: НГЕ

ber of such procedures as, for example, computation of static corrections by Monte-Carlo algorithms, or multiple wave attenuation requiring transformation into TAU-P domain. These procedures are rather labor-consuming, and they need to be accelerated by means of the hardware in the course of computation.

At present, several platforms for seismic data array processing are offered in the market. The cheapest of them is a cluster that consists of several computers on the basis of 32-bit Intel processors; its price is several dozen thousand US dollars. However, these systems have a number of constraints. Thus, addressing not more than 2 GB of the main memory does not allow the user to perform the prestack migration on large data volumes. In addition, software license price which usually depends on the number of processors could, in the long run, bring to nothing all benefits of the economical hardware solution.

Until recently, expensive multi-processor servers of Sun Microsystems and SGI made the hardware basis of servicing seismic companies.

In 2002 Intel company launched Intel Itanium 2 processors. 64-bit technology in conjunction with the newly designed command systems appeared to be an excellent platform for seismic information processing. At present, most of seismic software suppliers make their product versions for Intel Itanium 2. Tests performed in cooperation of ARBYTE and LARGEO showed that clusters on the basis of 64-bit Intel Itanium 2 processors have high performance, which is characteristic for expensive systems, but are much cheaper. GeoDepth and Focus 5.2 (EPOS 3.0) software packages of Paradigm Geophysical and Tsunami of Tricon Geophysics were used in the course of testing. This became

которых мощности этого сервера уже не хватает, поэтому мы решили испытать новый кластер ARBYTE с процессорами Itanium 2», – сообщил генеральный менеджер «ЛАРГЕО» Александр Яковлев.

Для проверки возможностей кластера были выбраны наиболее сложные вычислительные задачи сейсморазведки – глубинная и временная миграции до суммирования, и временная миграция после суммирования. Глубинные миграционные преобразования до суммирования позволяют получить значительно более точное сейсмическое изображение границ в глубинном масштабе. Однако именно эти алгоритмы являются наиболее ресурсоемкими, поскольку для высокоточной интерпретационной обработки результатов требуется огромный объем вычислений. Также и на начальном этапе временной обработки существует целый ряд процедур таких, например, как расчет статических поправок по алгоритму Монте-Карло или фильтрация кратных волн, требующая преобразования в TAU-P область. Эти процедуры достаточно трудоемки, и при проведении расчетов их необходимо ускорять средствами вычислительной техники.

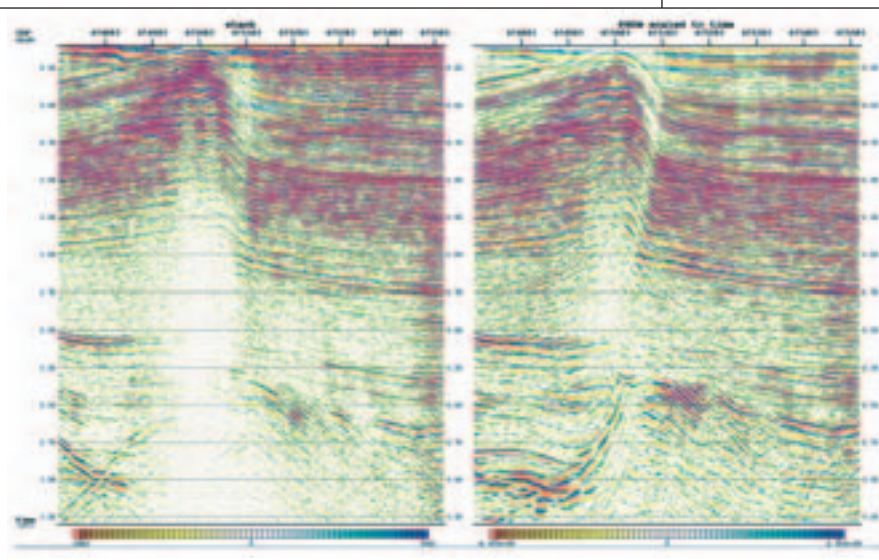
Сейчас на рынке представлено несколько платформ для обработки массивов сейсмических данных. Самой дешевой из них является кластер, который состоит из нескольких машин на базе 32-разрядных процессоров корпорации Intel и стоит несколько десятков тысяч долларов. Однако эти системы имеют ряд ограничений. В частности, адресация не более 2 Гбайт оперативной памяти не позволяет выполнять миграцию до суммирования на больших объемах данных. Кроме того, стоимость лицензий на ПО, которая обычно зависит от числа процессоров, в конечном итоге может свести на нет всю выгоду от экономичного аппаратного решения.

possible only now, when manufacturers transferred them to 64-bit Intel architecture. Due to special design of the compiler, it becomes possible to achieve the optimal code translation and, in consequence, to use efficiently the processor's resources – cache memory and main memory.

A cluster including five nodes was selected for testing. Alkazar TI-4 server was used as a subcontrol with four Itanium 2 processors having 1.5 GHz frequency and 16 GB

До настоящего времени основой аппаратной базы геофизических сервисных компаний были дорогие многопроцессорные серверы компании Sun Microsystems и SGI.

В 2002 году компания Intel выпустила процессоры Intel Itanium 2, 64-разрядная технология вместе с вновь разработанными системами команд оказалась прекрасной платформой для обработки сейсмической информации. На данный момент большинство поставщиков программных продуктов для геофизики имеют версии под Intel Itanium 2. Как показали испытания, организованные при сотрудничестве ARBYTE и «ЛАРГЕО», кластер на базе 64-разрядных процессоров Intel Itanium 2 отличается высокой производительностью, характерной для дорогих систем, и при этом стоит гораздо дешевле. В ходе тестирования использовались программные пакеты – GeoDepth и Focus 5.2 (EPOS 3.0) компании Paradigm Geophysical и Tsunami компании Tricon Geophysics. Это стало возможно лишь теперь, когда производители перенесли их на 64-разрядную архитектуру Intel. Специально разработанный компилятор позволяет достигать оптимальной трансляции кода и, как следствие, повышает эффективность ресурсов процессора – кэш-памяти и оперативной памяти.



● 3D cube inline time section before and after migration (India offshore zone).

● Временной разрез по инлайну 3D куба до и после миграции (шельфовая зона Индии).

main memory; and four Alkazar TI-2 servers were used for computational nodes, each with two Itanium 2 processors having 1.4 GHz frequency and 8 GB main memory. Disk space included three disks with total capacity 438 GB on the controlling node and one disk with 73 GB capacity on each computational node.

Gigabit Ethernet technology was used for node connection, having the function of data transfer and cluster control.

It should be noted that such work was performed for the first time in Russia, being not a pure research study, but a part of the commercial processing of large amounts of seismic data.

The test results showed that compared to multi-processor SMP computers of Sun, the cluster reduces the migration process several times. Poststack Time 3D Migration performed by LARGE using Focus 5.2 Paradigm Geophysical software on four-processor node Arbyte Geo 64 gave a result which was 4.13 times better than on SunFire 6800.

Software packages GeoDepth (EPOS 3.0) of Paradigm Geophysical and Tsunami of Tricon Geophysics were used for PreStack Depth/Time Migration (PSDM/TM). These packages are originally oriented for utilization of cluster technology and 64-bit Intel Itanium 2 architecture.

“Large-scale introduction of 64-bit architecture at Russian seismic centers enables them to achieve several goals,” said Alexander Yudovin, marketing and technology manager at Paradigm Geophysical Moscow office. “First, the problem time is reduced and the accuracy is improved. Second, due to reduction of cost of a computation unit, the latest information technologies become available for general users. Application of these technologies will improve efficiency

Для тестирования был выбран кластер, состоящий из пяти узлов. В качестве управляющего узла использовался сервер Alkazar TI-4 с четырьмя процессорами Itanium 2 с частотой 1,5 ГГц и 16 Гбайт оперативной памяти, а для вычислительных узлов – четыре сервера Alkazar TI-2, каждый с двумя процессорами Itanium 2 с частотой 1,4 ГГц и 8 Гбайт оперативной памяти. Дисковое пространство состояло из трех дисков общей емкостью 438 Гбайт на управляющем узле и из одного диска емкостью 73 Гбайта на каждом вычислительном узле.

Для соединения узлов применялась технология Gigabit Ethernet, которая использовалась для выполнения функции передачи данных и управления кластером.

Хочется отметить, что работы подобного рода проводились в России впервые и были не чисто академическим исследованием, а частью цикла промышленной обработки больших объемов сейсмических данных.

Результаты проверки показали, что, по сравнению с многопроцессорными SMP – машинами компании Sun, кластер в несколько раз сокращает время счета процедур миграции, а проведение компанией LARGE временной миграции после суммирования (Poststack Time 3D Migration) для 3D сейсмической съемки на программном продукте Focus 5.2 Paradigm Geophysical показало в 4,13 раза лучший по времени результат на четырехпроцессорном узле Arbyte Geo 64, чем на SunFire 6800.

Для осуществления глубинной и временной миграции до суммирования (PreStack Depth/Time Migration (PSDM/TM)) использовались программные пакеты GeoDepth (EPOS 3.0) компании Paradigm Geophysical и Tsunami фирмы Tricon Geophysics. Это пакеты уже изначально ориентированы на использование кластерной технологии и 64-разрядной архитектуры Intel Itanium 2.

«Широкомасштабное внедрение 64-разрядной архитектуры в российских геофизических центрах позволяет решить несколько задач, – сообщил Александр Юдовин, директор по маркетингу и технологиям московского представительства компании Paradigm Geophysical. – Во-первых,

SOURCE: LARGE • ИСТОЧНИК: ЛАРГЕО

and competitiveness of not only our users, but the whole oil and gas industry in Russia.”

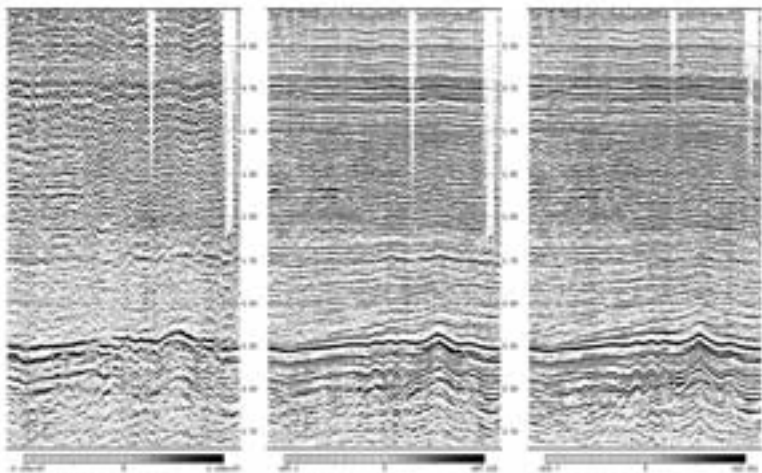
Along with Paradigm Geophysical products, well known on the Russian market, Tsunami PSDM/TM of Tricon Geophysics was tested utilizing Kirchhoff algorithm that optimizes parallel computations, thus accelerating the migration procedure computation. In the result of a number of actions on the software adjustment for cluster application, good quality of data and high computation speed were achieved. As Nikolai Kushnerov, chief expert on processing of LARGEО explained, “Higher speed of computation utilizing Tsunami package is related to the fact that its algorithms are adapted to Intel Itanium 2 processor architecture in the maximum efficient way. Thus, the highest advantage in computation time of migration processes is achieved by the combination of the Tsunami software with Intel Itanium 2 architecture.”

As the experience of such system operation shows, customers try to ensure their maximum load, and this could

сокращается время и повышается точность решения задач. Во-вторых, за счет снижения стоимости единицы вычислений, новейшие информационные технологии становятся существенно доступнее для широкого круга пользователей. Их применение повысит эффективность и конкурентоспособность не только наших пользователей, но и всей нефтяной и газовой промышленности России».

Наряду с хорошо известным на российском рынке продуктами компании Paradigm Geophysical было проведено тестирование продукта Tsunami PSDM/TM, разработанного Tricon Geophysics, по алгоритму Киргоффа, который наиболее эффективно оптимизирует параллельные вычисления, позволяя значительно ускорять скорость счета процедур миграций. После ряда мероприятий по настройке программного обеспечения для работы на кластере удалось получить хорошее качество данных и высокую скорость вычислений. Как объяснил главный специалист по сейсмической обработке компании «ЛАРГЕО» Николай Кушнеров: «Более высокая скорость расчетов с использованием пакета Tsunami связана с тем, что его алгоритмы максимально эффективно адаптированы под архитектуру процессора Intel Itanium 2. Поэтому наибольшее преимущество по времени счета в процессах миграции достигается при сочетании программного продукта Tsunami на архитектуре Intel Itanium 2».

Как показывает опыт эксплуатации подобных систем, заказчики стараются обеспечить



● **Sequence of inline section improvement:**

- a) Initial sum.
- b) Sum after time processing procedure application.
- c) Migration procedure application results.

● **Последовательность улучшения разреза по инлайну:**

- a) Начальная сумма.
- b) Сумма после применения процедур временной обработки.
- c) Результат применения процедур миграции.

be possible if several software products are utilized on the cluster. Thus, certain versatility is required from such systems.

ARBYTE Zeeger Geo 64 cluster on the basis of Intel Itanium 2 is an optimal solution price-wise as well.

It is characterized by a considerable advantage compared to c 32-bit Intel architecture. Instead of 20-30 nodes on the basis of Intel Xeon, 6-8 nodes are required on Intel Itanium 2 to achieve comparable performance, which makes it possible to cut down both expenses on the software packages and total system support expenses.

ARBYTE Zeeger Geo 64 cluster is much cheaper compared to multi-processor Sun servers, exceeding them in performance. Thus, according to Elena Anufrikova, oil and gas sector manager at ARBYTE, “The cost of 12-processor cluster ARBYTE Zeeger Geo 64 amounts to approximately \$100,000 including delivery, installation, start-and-adjustment, and a year servicing.”

Increase of computer equipment capacity enables the users to considerably improve the accuracy of results obtained by seismic data processing. Previously, migration procedure of one cube on SunFire server took a month, while it takes only 2-3 days on the new cluster. In addition, it is possible to perform migration procedure as many times as is required for the selection of an appropriate model parameters.

им максимальную загрузку, а это возможно при работе нескольких программных продуктов на кластере. Таким образом, от подобных систем требуется известная универсальность. Кластер ARBYTE Zeeger Geo 64 на базе Intel Itanium 2 является оптимальным решением и по цене.

Серьезное преимущество достигается по сравнению с 32-рядной архитектурой Intel. Вместо 20-30 узлов на базе Intel Xeon, требуется 6-8 узлов на Intel Itanium 2 для достижения сравнимой производительности, что позволяет сократить расходы на программные пакеты и общие затраты на поддерживаемые системы.


Кластер ARBYTE Zeeger Geo 64 обходится и значительно дешевле, чем многопроцессорные серверы Sun, превосходя их по производительности. По словам Елены Ануфриковой, менеджера нефтегазового направления компании ARBYTE: «Стоимость 12-процессорного кластера ARBYTE Zeeger Geo 64 – порядка 100 тысяч долларов, включая доставку, инсталляцию у заказчика, пусконаладочные работы и годовое сервисное обслуживание».

Повышение мощности вычислительной техники позволяет значительно увеличить точность результатов, получаемых при обработке данных сейсморазведки. Раньше процедура миграции одного куба на сервере SunFire занимала месяц, на новом кластере – два-три дня. Кроме того, можно повторять процедуру миграции столько раз, сколько необходимо для подбора параметров модели.

An important advantage of the cluster is its modular architecture enabling the user to easily replace and add nodes. Extended technical support of ARBYTE provides for performing routine maintenance aimed at preventing potential problems and “on-the-fly” response (within few hours) to emergency situations.

Major benefits provided by the cluster include:

- computation of migration procedures in extremely short time due to tougher requirements to the license agreement fulfillment;
- opportunity to select parameters of migration procedures more accurately due to acceleration of the migration computation process;
- ability of the company to accept for processing large 3D surveys, both area-wise and fold-wise;
- acceleration of migration procedure computation enables specialists to perform processing utilizing more complex algorithms, like Wave Equation and Shot Domain.

In April 2005, ARBYTE (the national distributor of Silicon Graphics in Russia), within the framework of a joint program with LARGEО, handed over to the latter 8-processor computer SGI Altix 350 on the basis of Intel Itanium 2, but in the architecture of SMP-computer. Technical specialists of LARGEО have already started work aimed at evaluating its performance and possibilities as well as compatibility with Paradigm Geophysical and Tricon Geophysics software. After the introduction of ARBYTE Zeeger Geo 64 cluster in March 2005, LARGEО has taken out of operation some computer systems utilized previously. In case of positive results of the current tests, LARGEО is ready to consider purchase and introduction of Altix 350 that subsequently will lead to the complete rejection of old platforms. 

Важным достоинством кластера также является модульная архитектура, позволяющая легко заменять и наращивать узлы. Расширенная техническая поддержка ARBYTE предусматривает проведение регламентных работ для превентивного устранения потенциальных проблем и оперативное реагирование (в течение нескольких часов) на нештатные ситуации.

В числе основных преимуществ, получаемых при приобретении кластера, можно назвать следующие:

- выполнение счета процедур миграции в предельно сжатые сроки в связи с повышением требований к выполнению лицензионных соглашений;
- возможность подобрать параметры процедур миграции более точно за счет ускорения процесса счета миграции;
- потенциальная возможность брать большие съемки 3D на обработку как по площади, так и по кратности;
- ускорение счета при выполнении процедур миграций позволяет обрабатывать по более сложным алгоритмам типа Wave Equation, Shot Domain.

В апреле 2005 года компания ARBYTE, являющаяся национальным дистрибьютором Silicon Graphics в России, в рамках совместной программы с компанией «ЛАРГЕО», передала ей для проведения тестов 8-процессорную машину SGI Altix 350 на базе процессоров Intel Itanium 2, но уже в архитектуре SMP-машины. Технические специалисты «ЛАРГЕО» уже начали работу, направленную на оценку ее производительности и возможностей, а также совместимости с программными продуктами Paradigm Geophysical и Tricon Geophysics. При положительном результате тестовых испытаний, компания «ЛАРГЕО» готова рассматривать вопрос о приобретении и внедрении Altix 350, что приведет к полному отказу от использования старых платформ. 