

05 июля 2010 г.

Некластерный суперкомпьютер

"СКИФ-Аврора ЮУрГУ" отличается от большинства установленных в России суперкомпьютеров оригинальной архитектурой

Леонид Черняк, «Открытые системы»



Южно-Уральский государственный университет 28 июня официально представил суперкомпьютер «СКИФ-Аврора ЮУрГУ», имеющий пиковую производительность 24 TFLOPS и производительность на тесте Linpack 21,86 TFLOPS. В эксплуатацию этот компьютер был введен несколькими месяцами раньше, поэтому ко времени анонса уже успел занять 450-е место в мировом рейтинге Top500 (ноябрь 2009 года) и восьмое — в национальном списке Top50 (март 2010-го). За время опытной эксплуатации суперкомпьютеру удалось решить несколько серьезных прикладных задач, в том числе — по моделированию работы металлургического оборудования и деформации бронежилетов при попадании пули.

В создании южноуральского суперкомпьютера приняли участие организации, работающие по белорусско-российской программе СКИФ; основными исполнителями были Институт программных систем РАН и "Российская суперкомпьютерная компания СКИФ". На их долю выпала разработка прикладных программ и адаптация системного программного обеспечения, а разработку аппаратного решения осуществила итальянская компания Eurotech. По двустороннему соглашению, заключенному в марте 2009 года, ИПС РАН берет на себя научную и техническую поддержку решений, вклад со стороны Eurotech — архитектура Aurora, проектирование и производство компьютерной системы. Поддержку проекту оказала также корпорация Intel.

Как заявил ректор ЮУрГУ Александр Шестаков, развитие высокопроизводительных вычислений способствует превращению Суперкомпьютерного центра в составе ЮУрГУ в структуру, позволяющую оказывать различного рода услуги на уровне всего Уральского федерального округа. А Сергей Абрамов, директор ИПС РАН, подчеркнул, что любой компьютер, в том числе и данный, — всего лишь пусть очень сложный, но инструмент, и умение им пользоваться не менее важно, чем создание самого инструмента. Системное ПО, средства для программирования параллельных вычислений стремительно развиваются, создание и применение этого ПО становится областью деятельности профессионалов, в задачу которых входит выработка инфраструктуры вычислительных услуг для конечных пользователей — инженеров и ученых, работающих в тех или иных прикладных областях.

Ядро нового СКИФа — компьютер Aurora Au-5500 на базе процессоров Intel Xeon 5500, размещенных в 256 двухпроцессорных лезвиях. Суммарная оперативная память компьютера — 3 Тбайт. В лезвия установлены твердотельные накопители (Solid State Drive, SSD) и ускорители на программируемых логических матрицах (FPGA), которые в некоторых случаях позволяют в несколько раз повысить скорость работы. Кроме основной сети, связывающей узлы в трехмерный

тор, есть несколько вспомогательных сервисных сетей, возможность замены лезвий «на лету» и другие средства обеспечения надежности. Уникальным Au-5500 делает не только архитектура Aurora, но и инженерно-конструкторские решения. Например, КПД жидкостной системы охлаждения в несколько раз выше, чем у воздушной. В результате сочетания экономичных процессоров и более эффективной системы охлаждения удается снизить энергопотребление всей системы на 60% по сравнению с аналогами. Это позволяет размещать в одной стойке большее число узлов, что сокращает длину проводников и, следовательно, повышает скорость обмена данными. Au-5500 попадает в категорию самых «зеленых» суперкомпьютеров; более того, наблюдателя поражает следствие отсутствия движущихся деталей — полная тишина, разрушающая стереотипное представление о машинном зале.

Уже представлена модель на базе процессоров Xeon 5600, это Au-5600, производительность одной ее стойки увеличивается до 40 TFLOPS, следовательно, для достижения 1 TFLOPS потребуется 25 стоек, суммарное энергопотребление которых составит 2,84 МВт. Для сравнения, если экстраполировать параметры нынешней версии суперкластера «Ломоносов» на 1 TFLOPS, то его энергопотребление составит порядка 4 МВт.

У Au-5500 — академические корни, которые уходят в начало 80-х годов, когда три ведущие физические лаборатории Италии, входящие в состав Национального института ядерной физики, и две родственные им лаборатории в Германии и Франции приступили к разработке оригинальных компьютеров семейства Array Processor Experiment (APE), где использовались специализированные процессоры с очень длинным словом (Very Long Instruction Word, VLIW). Первый результат этого сотрудничества вышел в свет в 1984 году, то есть за десять лет до появления кластера Beowulf, собранного из рабочих станций, ставшего прародителем почти всех нынешних суперкомпьютеров-суперкластеров. Всего в период до 2005 года было разработано четыре модели — APE, APE100, APEmille и APEnext. Их общий видовой признак — низкая тактовая частота и при этом высокая производительность. Последняя модель, имея 4096 процессоров, работающих на частоте всего 200 МГц, то есть на порядок ниже, чем у современных ей x86-систем, показывал производительность 7 PFLOPS. Такие возможности обеспечивала система межсоединений, в APEnext она была построена по принципу трехмерного тора. В 2000-е годы была образована многопрофильная научная ассоциация AuroraScience Collaboration с участием администрации провинции Тренто и НИЯФ. На 2011 год запланировано создание компьютера с производительностью 100 TFLOPS, в дальнейшем планируется создавать и петафлопсные компьютеры.

Второй предпосылкой к появлению на свет Au-5500 оказалось образование в 1992 году компании Eurotech, которая начала с миниатюрных встроенных компьютеров, а в последующем включила в свою программу и высокопроизводительные машины. По неформальному соглашению с AuroraScience в Eurotech обеспечили перевод архитектуры Aurora на стандартные процессоры и наладили производство этих систем.