

Сравнительные характеристики кластеров на базе процессоров Xeon и Istanbul для реальной вычислительной задачи

В.Е. Карпов, А.И. Лобанов, Д.А. Подлесных

Московский физико-технический институт (Государственный университет)

В настоящее время неотъемлемой частью сложных экспериментальных исследований становится вычислительный эксперимент. При проведении крупных серийных расчетов, например, при моделировании динамики плазмы в экспериментальных установках, используются исследовательские комплексы программ, так как стандартные пакеты обычно не могут обеспечить включение в систему уравнений математической модели всех физических явлений. Одним из таких сложных для моделирования объектов является плазменные прерыватели тока (ППТ) — эффективные и относительно дешевые устройства для обострения мощности. Это обстоятельство делает привлекательным их применение в программах термоядерных исследований в качестве составных частей сложных установок [1]. В частности, рассматриваются варианты применения ППТ в качестве выходного каскада сверхмощных генераторов для экспериментов по инерциальному термоядерному синтезу (ИТС). Исследуется возможность применения плазменного прерывателя тока в качестве оконечного каскада обострения для мегаджоульных генераторов следующего поколения «Байкал» [2, 3]. Реализация программного комплекса для моделирования ППТ описана в [4].

Ввиду того, что при моделировании динамики плазмы в таких установках существенную роль играют быстрые мелкомасштабные эффекты, необходимо использовать подробные расчетные сетки и малые шаги по времени. Это ведёт к необходимости построения хорошо масштабируемых численных методов и алгоритмов и использования параллельных вычислений на системах с распределенной памятью. Представляет интерес сравнение вычислительных возможностей наиболее доступных для авторов кластеров и перспективных относительно дешевых устройств («персональных кластеров»).

Для расчетов была взята реальная задача (программный комплекс «Байкал»), а не стандартный набор тестовых пакетов типа Linpack. Использовались «малый» кластер МФТИ (16 узлов по 2 2-х ядерных процессора Xeon, связь между узлами — Myrinet через коммутатор, память 2 Гб на узел) и персональный кластер на основе процессоров Istanbul (2 узла по 2 процессора, 24 счетных ядра в целом, связь между узлами — Myrinet «точка-точка», память 16 Гб на узел).

Общий объем исходного текста программы составлял порядка 15000 строк, программа была реализована на Фортране и не использовала стандартные библиотеки. Для расчетов использовался метод расщепления по физическим процессам, для решения уравнений в замороженности магнитного поля в электронные течения и для блока гидродинамических расчетов применялись явные схемы, для расчета диссипативных процессов (теплопроводность, диффузия магнитного поля) — неявные, максимальная ширина перекрытий при параллельных расчетах равнялась 4.

Несмотря на наличие гибридности в кластерах, в качестве коммуникационной среды был выбран MPI. Для тестирования расчеты велись на тестовых сетках до 10000 временных шагов. Реальные расчеты требуют увеличения сеток на порядок в каждом направлении и увеличения количества временных шагов ориентировочно до 500000. Результаты расчетов на кластерах приведены в таблицах 1 и 2.

Необходимо отметить, что на кластере с процессорами Istanbul в реальных, а не тестовых задачах удалось при прочих равных условиях продвинуться по времени существенно (на 30 %) дальше по времени, видимо, из-за реализации в процессорах 128-битовой арифметики с плавающей точкой [5].

Таблица 1. Кластер Хеон 1600 MHz, 2×2 ядра, кэш 4МБ общая память на узел 2 ГБ

Сетка	Число ядер	Время счета (с)	ускорение
181×59	1	1075	-
	4	342	3,14
	8	276,4	4,97
	12	164,7	6,53
181×121	16	218,14	10,11
	24	181,67	12,14
181×204	24	242,37	15,33

Таблица 2. АМД Istanbul 2600 MHz, 2×6 ядер, полный кэш 9,9 Мб, общая память на узел 16 ГБ, с APIC.

Сетка	Число ядер	Время счета (с)	ускорение
181×59	1	790,6	-
	4	230	3,43
	8	146,5	5,39
	12	109	7,25
181×121	16	158.35	10.24
	24	130.1	12.46
181×204	24	177	15.44

Работа частично поддержана РФФИ, проект 07-01-00381а.

Авторы выражают благодарность российскому представительству AMD и П. В. Станавову, ООО «Модуль-компьютерс» и О. Е. Булыгину за предоставленную возможность проведения расчетов на персональном кластере на базе процессоров Istanbul.

Литература

1. Н. У. Баринов, С. А. Будков и др. Модернизированная установка PC-20 для исследования характеристик плазменного прерывателя тока. // Приборы и техника эксперимента, 2002, № 2, с. 112–119.
2. Yu. G. Kalinin, Yu. L. Bakshaev, A. A. Bartov, et al, Proceedings of 29th EPS Conf. on Plasma Phys. and Contr. Fusion, 2002, Montreux, Switzerland, P-4.023A.S.
3. S. Kingsep, A. A. Altukhov, Yu. L. Bakshaev, et al, Proceedings of XV International Conference BEAMS'04, S-Petersburg, 2004, WE-O7-1.
4. В. Е. Карпов, А. И. Лобанов, Моделирование динамики плазмы в прерывателе тока с использованием высокопроизводительного вычислительного кластера, Параллельные вычислительные технологии (ПаВТ'2009): Труды международной научной конференции (Нижний Новгород, 30 марта – 3 апреля 2009 г.). – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2009. — с.513–518
5. P. G. Hovard, Six-Core AMD Opteron Processor Istanbul — http://www.microway.com/pdfs/microway_istanbul_whitepaper_2009-07.pdf