

19-я редакция TOP500 – акценты смещаются!

Интересно, догадывались ли Ганс Мейер, составляя вместе с коллегами осенью 1998 года очередной TOP500, список 500 наиболее производительных суперкомпьютеров в мире, что через три с половиной года суммарная мощность всех суперкомпьютеров того списка окажется меньше производительности нового лидера? Наверное, аналитиков такого класса удивить трудно. Поэтому, открывая 19 июня традиционную международную суперкомпьютерную конференцию в Гейдельберге, Ганс Мейер вряд ли относился к представленной на следующий день 19-й редакции TOP500 как к

сенсации. Да и мы уже привыкли, что ситуация в суперкомпьютерном мире меняется не по дням, а по часам, но последний список TOP500 (www.top500.org) не может не восхищать (табл. 1).

Прежде всего (для нас), впервые в TOP500 вошел российский суперкомпьютер MBC-1000M* – он занимает 64 строчку, а еще полгода назад был бы в списке 43-м. Но самое главное – сменился лидер. Теперь это – супермонстр Earth Simulator компании NEC. Японская корпорация уверенно перехватывает инициативу у фирм

*ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, №1, 2002, с.6–9

Табл.1. 19-я редакция TOP500 в сравнении с 18-й редакцией (ноябрь 2001 года)*

Но-мер	Номер в 18-й редакции	Производитель	Компьютер	Максимальная производительность R_{max} Gflops	Где установлен	Страна	Год установки/модернизации	Число процессоров N	Теоретическая пиковая производительность R_{peak} Gflops
1	Нет	NEC	Earth Simulator	35860	Earth Simulator Center	Япония	2002	5120	40960
2	1	IBM	ASCI White, SP Power3 375 MHz	7226	Lawrence Livermore National Laboratory	США	2000	8192	12288
3	2	HP	AlphaServer SC ES45/1 GHz	4463	Pittsburgh Supercomputing Center	США	2001	3016	6032
4	Нет	HP	AlphaServer SC ES45/1 GHz	3980	Commissariat a l'Energie Atomique (CEA)	Франция	2001	2560	5120
5	3	IBM	SP Power3 375 MHz 16 way	3052	NERSC/LBNL	США	2001	3328	4992
6	6	HP	AlphaServer SC ES45/1 GHz	2916	Los Alamos National Laboratory	США	2002	2048	4096
7	4	Intel	ASCI Red	2379	Sandia National Laboratories	США	1999	9632	3207
8	Нет	IBM	pSeries 690 Turbo 1.3GHz	2310	Oak Ridge National Laboratory	США	2002	864	4493
9	5	IBM	ASCI Blue-Pacific SST, IBM SP 604e	2144	Lawrence Livermore National Laboratory	США	1999	5808	3868
10	Нет	IBM	pSeries 690 Turbo 1.3GHz	2002	IBM/US Army Research Laboratory (ARL) Poughkeepsie	США	2002	768	3994
11	Нет	IBM	SP Power3 375 MHz 16 way	1910	Atomic Weapons Establishment	Велико-британия	2002	1920	2288
12	Нет	IBM	pSeries 690 Turbo 1.3GHz	1840	IBM/ECMWF Poughkeepsie	США	2002	704	3660
13	7	Hitachi	SR8000/MPP	1709,1	University of Tokyo	Япония	2001	1152	2074
14	17*	Hitachi	SR8000-F1/168	1653	Leibniz Rechenzentrum	Германия	2002	168	2016
15	8	SGI	ASCI Blue Mountain	1608	Los Alamos National Laboratory	США	1998	6144	3072
16	9	IBM	SP Power3 375 MHz	1417	Naval Oceanographic Office (NAVOCEANO)	США	2000	1336	2004
17	10	IBM	SP Power3 375 MHz 16 way	1293	Deutscher Wetterdienst	Германия	2001	1280	1920
18	11	IBM	SP Power3 375 MHz 16 way	1272	NCAR (National Center for Atmospheric Research)	США	2001	1260	1890
19	12	NEC	SX-5/128M8 3.2ns	1192	Osaka University	Япония	2001	128	1280
20	13	IBM	SP Power3 375 MHz	1179	National Centers for Environmental Prediction	США	2000	1104	1656
21	14	IBM	SP Power3 375 MHz	1179	National Centers for Environmental Prediction	США	2001	1104	1656
22	15	Cray	T3E1200	1127	Government	США	2001	1900	2280
23	16	IBM	SP Power3 375 MHz 16 way	1100	Lawrence Livermore National Laboratory	США	2001	1088	1632
24	Нет	NEC	SX-6/128M16	982	NEC Fuchu Plant	Япония	2002	128	1024
25	18	IBM	SP Power3 375 MHz 8 way	929	UCSD/San Diego Supercomputer Center	США	2000	1152	1728
26	19	Hitachi	SR8000-F1/100	917	High Energy Accelerator Research Organization /KEK	Япония	2000	100	1200
27	20	Cray	T3E1200	892	US Army HPC Research Center at NCS	США	2000	1084	1300,8
28	21	Fujitsu	VPP5000/100	886	ECMWF	Велико-британия	2000	100	960
29	22	Hitachi	SR8000/128	873	University of Tokyo	Япония	1999	128	1024
30	38*	Cray	T3E1200/900	845	ERDC MSRC	США	2001	1792	1893
31	23	IBM	SP Power3 375 MHz 16 way	837	Maui High-Performance Computing Center (MHPCC)	США	2001	812	1218
32	Нет	IBM	pSeries 690 Turbo 1.3GHz GigEth	826,5	CINECA	Италия	2002	512	2662
33	Нет	IBM	pSeries 690 1.1GHz GigEth	826,5	CSC (Center for Scientific Computing)	Финляндия	2002	512	2253
34	Нет	IBM	pSeries 690 1.1GHz GigEth	826,5	Florida State University	США	2002	512	2253
35	Нет	Megware	HELICS AMD 1.4 GHz - Myrinet	825	Universitaet Heidelberg - IWR	Германия	2002	512	1430
36	24	Cray	T3E900	815	Government	США	1997	1324	1191,6
37	Нет	HP	AlphaServer SC ES45/1 GHz	809	ERDC MSRC	США	2002	512	1024
38	Нет	HP	AlphaServer SC ES45/1 GHz	809	NASA/Goddard Space Flight Center	США	2002	512	1024
39	Нет	HP	AlphaServer SC ES45/1 GHz	809	Wright-Patterson Air Force Base/DoD ASC	США	2002	512	1024
40	25	IBM	SP Power3 375 MHz	795	Charles Schwab	США	2000	768	1152
...									
62	42	Hitachi	SR8000-F1/60	577	University of Tokyo/Institute for Solid State Physics	Япония	2000	60	720
63	Нет	IBM	pSeries 690 Turbo 1.3GHz GigEth	564	Colsa	США	2002	240	1248
64	Нет	НИИ "Квант"	MBC-1000M EV67 667 MHz	564	Межведомственный суперкомпьютерный центр	РФ	2002	768	1024
65	Нет	Fujitsu	VPP5000/64	563	Japan Atomic Energy Research	Япония	2001	64	614,4
66	43	Fujitsu	VPP5000/64	563	Kyushu University	Япония	2000	64	614,4
...									
499	278	Sun	HPC 10000 400 MHz Cluster	137,1	Telecommunication Company Omaha	США	2001	256	204,8
500	279	IBM	SP Power3 375 MHz	136	Kaiser Foundation	США	2000	132	198

Примечание. *Компьютер был модифицирован

**Табл.2. Производители суперкомпьютеров TOP500**

№	Производитель	Суммарная максимальная производительность, Gflops	Число компьютеров
1	IBM	73833,106	164
2	Hewlett-Packard	49196,7	168
3	NEC	42151,5	15
4	SGI	12833,4	40
5	Cray	12224	26
6	Hitachi	9211,5	15
7	Sun	7065,16	37
8	Fujitsu	5568,1	14
9	Самостоятельная сборка	4311,7	12
10	Intel	2379	1
11	Dell	856	3
12	Megware	825	1
13	RackSaver	460,6	2
14	HPTi	442,7	1
15	Atipa Technology	442,5	1
	Итого	2221,800	500

США, и как! Максимальная производительность этого гиганта – 35,86 Tflops – больше, чем суммарная максимальная производительность у следующих за ней в списке 12 суперкомпьютеров! По сравнению с прошлым лидером – рывок почти в пять раз.

Табл.3. Первые 36 суперкомпьютеров TOP500 по параметру R_{max}/N^*

№	Номер в TOP500	Производитель	Компьютер	R_{max} , Gflops	Число процессоров N	R_{peak} , Gflops	R_{max}/N	R_{peak}/N	R_{max}/R_{peak}
1	426	Hitachi	SR8000-G1/12	150,1	12	172,8	12,51	14,4	0,87
2	266	Hitachi	SR8000-G1/16	199,1	16	230,4	12,44	14,4	0,86
3	41	Hitachi	SR8000-G1/64	790,7	64	921,6	12,35	14,4	0,86
4	263	Hitachi	SR8000-F1/20	206	20	240	10,30	12	0,86
5	14	Hitachi	SR8000-F1/168	1653	168	2016	9,84	12	0,82
6	62	Hitachi	SR8000-F1/60	577	60	720	9,62	12	0,80
7	26	Hitachi	SR8000-F1/100	917	100	1200	9,17	12	0,76
8	19	NEC	SX-5/128M8 3.2ns	1192	128	1280	9,31	10	0,93
9	174	Fujitsu	VPP5000/31	286	31	297,6	9,23	9,6	0,96
10	430	Fujitsu	VPP5000/16	149	16	153,6	9,31	9,6	0,97
11	239	Fujitsu	VPP5000/25	232	25	240	9,28	9,6	0,97
12	167	Fujitsu	VPP5000/32	296,1	32	307,2	9,25	9,6	0,96
13	178	Fujitsu	VPP5000/30	277	30	288	9,23	9,6	0,96
14	45	Fujitsu	VPP5000/80	730	80	768	9,13	9,6	0,95
15	28	Fujitsu	VPP5000/100	886	100	960	8,86	9,6	0,92
16	65	Fujitsu	VPP5000/64	563	64	614,4	8,80	9,6	0,92
17	66	Fujitsu	VPP5000/64	563	64	614,4	8,80	9,6	0,92
18	91	Fujitsu	VPP5000/56	492	56	537,6	8,79	9,6	0,92
19	51	Hitachi	SR8000-E1/80	691,3	80	768	8,64	9,6	0,90
20	155	NEC	SX-6/40M5	311,7	40	320	7,79	8	0,97
21	87	NEC	SX-6/64M8	495,2	64	512	7,74	8	0,97
22	88	NEC	SX-6/64M8	495,2	64	512	7,74	8	0,97
23	89	NEC	SX-6/64M8	495,2	64	512	7,74	8	0,97
24	24	NEC	SX-6/128M16	982	128	1024	7,67	8	0,96
25	93	Fujitsu	VPP800/63	482	63	504	7,65	8	0,96
26	366	NEC	SX-5/24M2	183	24	192	7,63	8	0,95
27	162	NEC	SX-5/40M3	303	40	320	7,58	8	0,95
28	253	NEC	SX-5/28M2	212	28	224	7,57	8	0,95
29	226	NEC	SX-5/32M2	241,4	32	256	7,54	8	0,94
30	227	NEC	SX-5/32M2	241,4	32	256	7,54	8	0,94
31	228	NEC	SX-5/32H2	241,4	32	256	7,54	8	0,94
32	467	Hitachi	SR8000/20	144	20	160	7,20	8	0,90
33	242	Hitachi	SR8000/32	229	32	256	7,16	8	0,89
34	187	Hitachi	SR8000/36	255	36	288	7,08	8	0,89
35	99	Hitachi	SR8000/64	449	64	512	7,02	8	0,88
36	1	NEC	EarthSimulator	35860	5120	40960	7,00	8	0,88

* При сортировке по R_{peak}/N расположение компьютеров то же самое. Параметр R_{peak}/N означает отношение пикового быстродействия процессора к его тактовой частоте, т.е. число операций за такт.

Изменился и расклад сил среди фирм-производителей (табл.2). После слияния с Compaq резко взлетели позиции у компании Hewlett-Packard (HP) – по числу установленных машин она стала лидером, обойдя IBM. Но "голубой гигант" сохранил первенство в суммарной вычислительной мощности – 33,3% максимальной производительности TOP500 принадлежат суперкомпьютерам IBM. У Hewlett-Packard этот показатель в 1,5 раза меньше, "лишь" 22,2%. Чуть меньше у NEC – 19%. Два ближайших конкурента – Silicon Graphics (SGI) и Cray – представляют 5,7 и 5,5% от общей производительности, соответственно. Суммарная же производительность TOP500-машин за полгода прыгнула с 134,4 до 221,8 Tflops. Последнюю строчку занимает машина, еще полгода назад бывшая 279-й.

TOP500 дает богатую почву для сравнений и анализов, но остановимся на одном аспекте, не слишком часто отмечаемом экспертами. При поверхностном взгляде на список видна довлеющая роль американских производителей. Но если проранжировать таблицу не по максимальной производительности, а по ее отношению к числу процессоров (табл.3), ситуация кардинально меняется – на первый план выходят японские производители. Еще интереснее выглядит ранжирование по отношению максимальной производительности (полученной на реальных тестах Linpack) к гипотетической пи-

ковой производительности R_{max}/R_{peak} . Столь высокие показатели говорят не только о выдающемся уровне распараллеливания у используемых процессоров (до 14,4 у SR8000-G1), но и о продвинутых архитектурных решениях. Конечно, в основном это – машины с менее чем 100 процессорами, на этом фоне успех Earth Simulator от NEC с 5120 процессорами уже не кажется неожиданным. Это говорит об огромном потенциале японских корпораций – если не о смещении суперкомпьютерного акцента на маленький остров.

Разумеется, все испытания, даже на тестовых пакетах Linpack, и реальные задачи – две большие разницы. Далеко не для всех классов задач векторные системы дают выигрыш. Не все 500 мощнейших мировых суперкомпьютеров присутствуют в TOP500. Но, безусловно, повод для размышлений он дает.

Суперкомпьютер Earth Simulator установлен в исследовательском центре в Йокогаме. Он основан на архитектуре NEC SX-6, включает 640 узлов, в каждом – 8 векторных процессоров с пиковой производительностью 8 Gflops. Общий объем ОЗУ – 10 Терабайт, 700 Тбайт дискового пространства, общий объем накопителей – 1,6 Петабайт. Суперкомпьютер занимает площадь с четыре теннисных корта и размещен на трех этажах. По поводу этой машины "отец" TOP500 Ганс Мейер заявил, что "...это первая действительно векторная система, занявшая лидирующее положение в TOP500 после системы Numerical Wind Tonnel (компании Fujitsu), которая с ноября 1993 не уступала первенства два года".

Материал подготовил И.Шахнович