

□ 특별기고 □

# 국내 슈퍼컴퓨터 도입 현황

숭실대학교 최재영\* · 김명호\*

● 목 차 ●

<p>1. 서 론</p> <p>2. LINPACK Benchmark</p> <p>3. 국내 슈퍼컴퓨터 보유 현황</p>	<p>4. 자료 통계 및 분석</p> <p>5. 결론</p>
--	-----------------------------------

## 1. 서 론

국내외에 설치되어있는 고성능(High-Performance) 컴퓨터들에 관한 통계자료는 컴퓨터들의 제조회사, 수입회사뿐 아니라 사용자들도 많은 관심을 가지고 있다. 전 세계에 설치되어 있는 슈퍼컴퓨터들에 관한 통계자료에 관하여, 독일 맨하임대학교의 H. Meuer가 1986년부터 매년 벡터 컴퓨터(Vector Computer) 숫자를 시스템 제조회사를 중심으로 발표하여왔다[1]. 이러한 단순한 숫자는 시스템의 다양성과 시스템의 차이를 반영할 수 없었다. 전 세계에 어떠한 성능을 지닌 어떠한 컴퓨터들이 어느 곳에 설치되어 있는지, 그리고 어떠한 목적으로 사용되고 있는지에 관한 자료는, H. Meuer와 함께, 미국 테네시 주립대학교와 국립 오크리지 연구소의 J. Dongarra, 그리고 테네시 주립대학교의 E. Strohmaier가 공동으로 작성한 'TOP500 Supercomputer Sites'라는 보고서로서[2, 3], 전 세계에 설치되어 있는 최고의 성능을 가진 500개의 컴퓨터들에 관한 자료를 1993년부터 매년 2번씩(6월과 11월에) 발표하고 있다.

TOP500 보고서에는 LINPACK Benchmark이라는 성능 평가에 의한 컴퓨터들의 순

위를 정하였으며, 이 자료를 6개월마다 작성하므로써 컴퓨터의 발전과 진보 추세를 살펴볼 수 있을 것이다. 현재 TOP500 보고서는 ftp.uni-manheim.de/top500에 anonymous ftp를 이용하거나, 혹은 netscape이나 mosaic으로 접속하여 www.netlib.org/benchmark/top500.ps를 가져올 수 있다.

TOP500 자료와 마찬가지로, 국내 도입된 고성능컴퓨터들에 관한 유사한 목록을 작성하므로써, 세계 고성능컴퓨터의 추세 및 동향과 비교하여 국내에 도입된 슈퍼컴퓨터들의 현황을 - 제조회사, 성능, 설치장소(보유지), 이용분야 등 - 쉽게 알아볼 수 있을 것이다. 이 자료는 1996년 4월을 기준하여 작성되었으며, 컴퓨터 제조업체들의 국내 영업 담당자들의 도움을 얻었다. 이 자리를 빌어 그 분들의 협조에 감사드린다. 자료가 정확하지 않은 부분도 포함되었으리라고 추측되며, 틀린 부분에 관한 지적과 의견사항 등을 {jchoi, kmh}@computing.soongsil.ac.kr로 전자메일을 보내주기 바란다. 전 세계를 대상으로 하는 TOP500 보고서와 마찬가지로 국내 도입된 컴퓨터들의 현황을 주기적으로 (매년 혹은 2년마다) 작성하려고 계획하고 있으며 이를 바탕으로 국내에서의 슈퍼컴퓨터의 추세를 살펴보고자 한다.

국내에 도입되어 있는 컴퓨터들의 목록은, 이론적인 최대의 성능(Rpeak)이 대략 1 Gflop/s

\*중신회원

정도를 대상으로, 1996년 4월을 기준으로 44개 컴퓨터의 목록을 작성하였다. 이 목록은 과학과 공학의 연산을 위한 고성능 컴퓨터를 그 대상으로 하였으며, 데이터베이스나 트랜잭션 처리용으로, 그리고 실시간 처리용으로 개발된 컴퓨터들은 - 예를 들면 AT&T사 GIS시스템이나, Tandem사의 Himalaya, 그리고 Concurrent Computing System과 같은 컴퓨터들 - 고의적으로 그 대상에서 제외하였다. 그러나 이 목록에 포함되어 있는 모든 컴퓨터들이 빠른 연산을 이용한 연구와 제품의 개발을 위하여 사용되지는 않았다. 특히 IBM사의 SP-2는 도입한 기관의 행정과 업무 처리용으로 사용하는 예가 많이 있었으나, 이 목록에 포함시켰다. 보다 상세한 용도는 표 1에 명시된 응용분야를 참조하기 바란다. 960 Mflop/s의 이론적인 성능을 가지고 있는 Convex사의 SPP1200/4와 Parsytec사의 PowerXplorer/12를 포함하였고, 1992년과 1990년에 각각 도입되었던 Cray Y-MP는 슈퍼컴퓨터의 국내 도입에 있어서, 그 역사적 의미가 있다고 생각되어 첨부하였다.

본 보고서의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 TOP500에서 사용한 LINPACK Benchmark의 정의와 실제적인 의미에 관해 알아본다. 3장은 1996년 4월을 기준으로 한, 국내에서 보유하고 있는 슈퍼컴퓨터들의 목록과 더불어, TOP500에 있는 20여개의 주요 컴퓨터들의 목록을 포함한다. 4장에서는 이들 두 표에 나타나 있는 자료들을 비교·분석하여 국내에 도입되어 있는 슈퍼컴퓨터의 추세를 고찰하였고, 5장에서는 본 보고서의 결론을 담았다.

## 2. LINPACK Benchmark

이론적인 최대 성능( $R_{peak}$ )은 말 그대로 실제 프로그램을 수행시켜서 얻은 것이 아니고, 컴퓨터 성능의 상한값(Upper Bound)을 나타낸다. 컴퓨터 제조회사들이 흔히 사용하는데, 이는 그 컴퓨터에서 프로그램을 수행시켰을 때 그 상한값 이상의 성능을 절대로 얻을 수 없다는 의미이다. 이론적인 최대 성능은 제한된 시간동안에 수행할 수 있는 부동소수점(floating

-point) 연산의 덧셈과 곱셈의 수로써 결정된다. 예를 들면 Cray Y-MP/8의 경우 사이클 시간은 6 ns이고 한 사이클 동안에 덧셈 하나와 곱셈 하나를 수행할 수 있다. 이 경우 한 프로세서의 최대 성능은(2 operations/1 cycle)  $\times (1 \text{ cycle}/6 \text{ ns})=333 \text{ Mflop/s}$ 이고, 8개의 프로세서를 가진 Cray Y-MP/8의 최대 성능은  $333 \times 8=2,667 \text{ Mflop/s}$ 이다.

LINPACK은 선형 시스템의 해를 구하는데 널리 사용하는 패키지로써 연산의 많은 부분이 부동소수점 연산으로 구성되어 있으며, LINPACK에서 사용되는 대부분의 부동소수점 연산은 Basic Linear Algebra Subprograms (BLAS)이라고 하는 보조루틴들을 이용한다 [4]. 사용자가 컴퓨터에서 얻을 수 있는 최대의 성능에 관한 자료를 얻기 위해 1983년에 Dongarra 교수가 제안한 LINPACK Benchmark를 사용하였다[5]. LINPACK Benchmark에서 사용되는 루틴들은 DGEFA와 DGESL인데, 간략히 말해서, 이 루틴들은 Gauss 소거법을 이용하여 N개의 선형방정식의 해를 구하는 것이다. Fortran으로 작성되어 있는 LINPACK의 모든 루틴들은 열 방향성(Column-oriented)을 가진다. Fortran은 2차원적인 데이터를 열방향 우선으로 저장하기 때문에, 프로그램의 효율을 높이기 위해서 루틴들이 열 방향으로 데이터를 이용하여야 한다.

LINPACK Benchmark에는 3가지 종류가 있다. 첫번째는 문제의 크기가  $N=100$ 으로 비교적 작은 경우이며, 사용자는 LINPACK 루틴들을 조금도 변형시킬 수 없다. 또한 특정 시스템에서만 사용할 수 있는 특수한 하드웨어를 사용하거나 2개 이상의 프로세서를 이용할 수 없다. 따라서 대부분의 고성능 프로세서들은 자신의 성능에 훨씬 미치지 못하는 경우가 있다.

두번째는  $N=1,000$ 으로 문제의 크기가 비교적 큰 경우이며, 가능한 최대의 성능을 얻기 위하여, 알고리즘과 그 구현 방법을 고치거나 대체할 수 있다. 따라서 컴퓨터들은 자신의 최대 성능에 근사한 성능을 얻을 수 있다. 다만, 그 컴퓨터에 알맞게 고쳐진 프로그램이, LINPACK에서 사용된 Gauss 소거법과 같이

일반적인 방법을 사용하였을 때와 같은 상대오차,  $\|Ax-b\| / (\|A\| \cdot \|x\|)$ 를 가져야 한다. 보고서에서는  $N=1,000$ 의 성능과 함께 사용된 운영체제와 컴파일러를 나타내었다[5].

아주 많은 프로세서를 가진 병렬 컴퓨터 (Massively Parallel Processing System, MPP)에서, 기존의 LINPACK Benchmark에서 사용하는  $N=100$  혹은  $1,000$ 의 문제의 크기는, 컴퓨터들의 최대 성능을 나타내기엔 문제의 크기가 충분히 크지 않을 수도 있다. 슈퍼컴퓨터, 혹은 고성능 컴퓨터들은 연산을 빠르게 처리하기 위한 고성능 중앙처리장치 외에도, 대 용량의 메모리를 가지고 있어서, 기존 컴퓨터에서는 처리할 수 없는 커다란 크기의 문제, 즉 Grand Challenge 문제[6]를 해결할 수 있다. 그러한 컴퓨터들의 최대 성능을 잘 나타내도록 하기 위해서 문제의 크기를 그 컴퓨터에서 수행시킬 수 있는 최대의 크기까지 ( $N_{max}$ ) 확장하여 선형방정식의 해를 구한다. 사용된 방법에 상관없이 총 연산의 수는  $2N^3/3 + 2N^2$ 이다. 문제의 크기가  $N_{max}$ 일 때의 성능은  $R_{max}$ 로 나타내며, 이 값은 컴퓨터가 수행시킬 수 있는 가장 큰 문제,  $N=N_{max}$ 를 Gauss 소거법을 이용하여 해를 구하였을 때 얻을 수 있는, 그 컴퓨터의 최대 성능을 말한다.

### 3. 국내 슈퍼컴퓨터 보유 현황

표 1은 국내 도입된 고성능컴퓨터들에 관한 목록이다. 표는 비교하기 쉽도록 기본적으로 TOP500의 양식을 따랐다.

- $N_{Korea}$       국내 설치된 고성능컴퓨터들의 순위
- ( $N_{World}$ )    TOP500에서의 순위(1995년 11월을 기준으로 함, 그 이후 설치된 컴퓨터는 (-)로 나타내었음)
- 제조회사    고성능컴퓨터들의 제조회사
- 컴퓨터      컴퓨터의 제품명
- 보유지      보유한 곳(회사명 또는 대학명)
- 보유연도    설치한 연도 및 월

- 응용분야    보유지에서의 주된 응용 분야
- 프로세서수   프로세서의 수
- $R_{max}$         얻어진 최대의 LINPACK 성능
- $R_{peak}$         이론적인 최대의 성능
- $N_{max}$          $R_{max}$ 를 얻을 수 있는 행렬의 크기
- $N_{1/2}$          $R_{max}$ 의 반을 얻을 수 있는 행렬의 크기

표 1은 LINPACK Benchmark인  $R_{max}$ 의 값에 따라서 순위를 정하였으며,  $R_{max}$ 의 값을 얻을 수 없을 경우  $R_{peak}$ 의 값에 따르도록 하였다. 1996년 4월 현재 국내에 설치된 가장 성능이 우수한 컴퓨터는 시스템 공학 연구소(SERI)가 1993년 11월에 미국 Cray사로부터 도입한 Y-MP C916이며, 세계적으로는 76위(TOP500에서 1995년 11월 현재)이다. 이 기종은 16개의 프로세서를 가지고 있으며 이론적인 최대 성능은 15.2 Gflop/s이고, LINPACK Benchmark에서의 성능은  $N_{max}=10,000$ 의 선형 시스템의 해를 Gauss 소거법으로 구하였을 때 최대 13.7 Gflop/s이다. 한편 이론적 최대 성능의 반 이상을 얻으려면 최소한  $N=650$  이상의 선형시스템을 이용하여야 한다.

같은 컴퓨터라고 할지라도 컴퓨터가 가지고 있는 프로세서의 형태와 - 예를 들면, IBM SP-2에서 thin node와 wide node - 메모리의 용량에 따라서 성능의 차이가 존재한다. 이 보고서에서는, 두 컴퓨터가 같은 속도(clock speed)를 가진 같은 프로세서를 사용하였다면 메모리의 차이에 기인한 성능의 차이를 무시하였다.

표 2는 TOP500에서의 대표적인 20여개 컴퓨터들의 목록을 보여준다. 1995년 11월 현재 전 세계에 설치된 컴퓨터 중 가장 빠른 것은 일본 Fujitsu의 Numerical Wind Tunnel로서(실제 제품명은 VPP500) 이론적인 최대 성능은 236 Gflop/s이고 최대 LINPACK 성능은 170.4 Gflop/s이다. 그리고 16개의 프로세서를 가진 IBM사의 SP-2는 TOP500에서 391위에서 418위까지를 점유하고 있으며 최대 LINPACK 성능은 3 Gflop/s이다.

표 1 국내 도입된 슈퍼컴퓨터 목록

$N_{Korea}$ ( $N_{world}$ )	제조회사 컴퓨터	보유지 보유년도	응용분야	프로 세서수	$R_{max}$ $R_{peak}$ [Mflop/s]	$N_{max}$ $N_{1/2}$
1 (76)	Cray Y-MP C916/16512	KIST/SERI 1993.11	연구용	16	13700 15238	10000 650
2 (-)	INTEL Paragon XP/S20	삼성종합기술원 1995.10	산업용/ 연구용	256	7600 12800	16000 4000
3 (154)	IBM SP2/40	서울대학교 1995.8	연구용 (학술)	40	7200 10640	20120 3760
4 (-)	IBM SP2/32	현대자동차 1996.4	산업용 (자동차)	32	5800 8512	18000 4500
5 (258)	SGI POWER CHALLENGE	대우자동차 1995.9	산업용 (자동차)	16	4323 5760	2500 540
6 (352)	IBM SP2/18	삼성전지(반도체연구소) 1994	산업용 (반도체)	18	3320 4788	13780 2750
7 (389)	IBM SP2/17	삼성전자(멀티미디어 사업부) 1995.7	산업용 (회계,물류)	17	3140 4522	13380 2650
8 (-)	Cray T916/4128	기아자동차 1996.1	산업용 (자동차)	4	- 4000	- -
9	SGI POWER CHALLENGE	쌍용자동차 1996.1	산업용 (자동차)	8	2318 2880	1900 360
10	SGI POWER CHALLENGE	쌍용자동차 1996.1	산업용 (자동차)	8	2318 2880	1900 360
11	IBM SP2/12	장은증권 1996.3	산업용 (회계처리)	12	2230 3192	11240 2100
12	IBM SP2/10	LG반도체 1995	산업용 (반도체)	10	1870 2660	10060 1800
13	IBM SP2/10	방송통신대학 1995.12	학사행정 + 연구용(학술)	10	1870 2660	10060 1800
14	SGI POWER CHALLENGE	현대중공업 1995.8	산업용 (선박)	6	1690 2160	1225 294
15	Cray Y-MP C90/264	금호타이어 1995.7	산업용 (타이어)	4	1720 1905	- -
16	IBM SP2/8	LG반도체 1995	산업용 (반도체)	8	1500 2128	9000 1680
17	IBM SP2/8	LG반도체 1994	산업용 (반도체)	8	1500 2128	9000 1680
18	IBM SP2/8	삼성전자(멀티미디어 사업부) 1995.12	산업용 (회계,물류)	8	1500 2128	9000 1680
19	IBM SP2/8	나우콤 1994.12	산업용 (통신서버)	8	1500 2128	9000 1680
20	Parsytec CC	서울대학교 1996.4	연구용 (학술)	8	- 2128	- -
21	Cray J916/8-1024	KIST/SERI 1995.12	연구용	8	1440 1600	- -
22	Cray J916/8-1024	국방과학연구소 1995.12	연구용 (국방)	8	1440 1600	- -

$N_{Korea}$ ( $N_{World}$ )	제작회사 컴퓨터	보유지 보유년도	응용분야	프로 세서수	$R_{max}$ $R_{penal}$ [Mflop/s]	$N_{max}$ $N_{111}$
23	SGI POWER CHALLENGE	현대자동차 1995.11	산업용 (자동차)	4	1182 1440	1000 240
24	SGI POWER CHALLENGE	현대정공 1995.6	산업용 (자동차)	4	1182 1440	1000 240
25	Cray Y-MP 4E/464	삼성종합기술원 1992.2	산업용/ 연구용	4	1165 1333	— —
26	Cray Y-MP 4E/464	현대자동차 1993.6	산업용 (자동차)	4	1165 1333	— —
27	IBM SP2/6	고려대학교 1996.3	연구용(학술) + 학사행정	6	1120 1596	7950 1200
28	IBM SP2/6	한진해운 1995.12	산업용 (업무처리)	6	1120 1596	7950 1200
29	Convex SPP1200/XA-8	공군 국방체계연구소 1995.12	연구용	8	1026 1926	11000 750
30	Fujitsu VPX 220-10	기상청 1995.3	연구용 (일기예보)	1	— 1250	— —
31	Parsytec PowerXplorer	ETRI 1996.4	연구용	16	— 1280	— —
32	Cray J916/4-512	서울대학교 1995.12	연구용 (학술)	4	745 800	— —
33	Cray J916/4-512	기아자동차 1996.1	산업용 (자동차)	4	745 800	— —
34	IBM SP2/4	효성여대 1995.10	연구용(학술) + 학사행정	4	730 1064	6500 900
35	IBM SP2/4	삼성전자(교육센터) 1995.12	산업용 (LAN서버)	4	730 1064	6500 900
36	IBM SP2/4	아시아자동차 1994	산업용 (자동차)	4	730 1064	6500 900
37	IBM SP2/4	기아자동차 1994	산업용 (자동차)	4	730 1064	6500 900
38	IBM SP2/4	축산협동조합 1995.9	산업용 (회계처리)	4	730 1064	6500 900
39	IBM SP1/8	현대중공업 1993.10	산업용	8	600 1000	8000 1200
40	IBM SP1/8	삼성전자 1993.10	산업용 (반도체)	8	600 1000	8000 1200
41	Convex SPP1200/CD-4	Postec 1996.2	산업용 (철골구조)	4	540 960	8500 420
42	Parsytec PowerXplorer	서울대학교 1995.8	연구용 (학술)	12	— 960	— —
43	Cray Y-MP 2E/232	국방과학연구소 1992.4	연구용 (국방)	2	— 667	— —
44	Cray Y-MP 4D/116	기아자동차 1990.11	산업용 (자동차)	1	— 333	— —

표 2 TOP500의 주요 슈퍼컴퓨터 목록

$N_{words}$	제조사 컴퓨터	보유지 보유년도	응용분야	프로 세서수	$R_{max}$ $R_{peak}$ [Mflop/s]	$N_{max}$ $N_{1/2}$
1	Fujitsu Numerical Wind Tunnel	NAL Japan 1993	연구용 (항공우주용)	140	170400 236000	42000 13800
2	Intel XP/S140	Sandia National Labs Albuquerque USA 1993	연구용	3680	143400 184000	55700 20500
3	Intel XP/S-MP 150	Oak Ridge National Laboratory USA 1995	연구용	3072	127100 154000	86000 17800
4	Cray T3D MC1024-8	Government USA 1994	Classified	1024	100500 152000	81920 10224
5	Fujitsu VPP500/80	National Lab. for High Energy Physics Japan 1994	연구용	80	98900 128000	32640 10050
6~7	IBM SP2/512	Cornell Theory Center Ithaca USA/1994	학술용	512	88400 136000	73500 20150
9	NEC SX-4/32	NEC Tokyo Japan 1995	상업용 bench marking	32	60720 64000	- -
10	TMC CM-5/1056	Los Alamos National Laboratory Los Alamos USA 1993	연구용 (에너지)	1056	59700 135100	52224 24064
11~12	Fujitsu VPP500/42	Japan Atomic Energy Research Japan 1994	연구용	42	54500 67200	- -
27~29	Hitachi S-3800/480	Hitach Ltd. GPCD Japan 1994	상업용 (software)	4	28400 32000	15500 830
60~85	Cray Y-MP C916/16256	Cray Research Chippewa Falls USA 1992	상업용	16	13700 15238	10000 650
89~99	Cray T3D MC128-8	Air Force/Eglin Air Force Base Eglin USA 1994	Classified	128	12800 19000	20736 3408
177~187	IBM SP2/32	Amerada Hes USA 1995	산업용	32	5800 8500	18000 4500
212~215	Parsytec GC PowerPlus 128	Japan Institute of Advanced Technology Japan 1994	연구용	128	5246 10240	22000 7800
258~263	SGI POWER CHALLENGE	Daewoo Motors Korea 1995	Industry Automotive	16	4323 5760	2500 540
273~284	Fujitsu VP2600/10	Fuji Heavy Japan 1990	Industry Heavy Ind.	1	4009 5000	- -
298~303	Convex SPP1200/XA-48	Universitatet Mainz Manz Germany 1995	학술용	48	3722 7680	25100 4300
391~418	IBM SP2/16	CEA Saclay France / 1995	연구용	16	3000 4300	13000 2600
426~464	SGI POWER CHALLENGE	Air Force/Eglin Air Force Base Eglin USA 1995	Classified	12	2874 3600	2000 450
492~499	Intel iPSC/860	Albent Techsystems Inc. USA 1990	산업용 (생화학)	128	2600 5120	12000 4500

표 3 연도별 슈퍼컴퓨터 도입 현황

년도	TOP500		국 내	
	대 수	백분율	대 수	백분율
1989	2	0.4%	0	0.0%
1990	6	1.2%	1	2.3%
1991	14	2.8%	0	0.0%
1992	23	4.6%	2	4.5%
1993	43	8.6%	4	9.1%
1994	159	31.8%	5	11.4%
1995	243	48.6%	22	50.0%
1996	-	-	10	22.7%
기타	10	2.0%	-	-
합	500	100.0%	44	100.0%

#### 4. 자료 통계 및 분석

본 장에서는 3장의 국내 보유 슈퍼컴퓨터의 조사 결과를 TOP500와 비교·분석하였다.

1995년은 국내외적으로 슈퍼컴퓨터에 관심이 고조된 한해로 분석된다. 표 3은 연도별 슈퍼컴퓨터 도입 현황을 보인 것인데, TOP500에 포함된 슈퍼컴퓨터 중 1994년과 1995년도에 도입된 것이 전체의 80.4%를 차지하고 있고, 특히 1995년 한해만 48.6%를 차지하고 있어 세계적으로 슈퍼컴퓨터에 많은 관심과 투자가 이루어지고 있음을 알 수 있다. 국내에서도 1995년에 도입된 슈퍼컴퓨터가 22대로 50%를, 1996년 4월까지 10대로 22%에 달해 최근 1-2년 사이에 많은 새로운 컴퓨터가 도입되었음을 알 수 있다. 이는 각 기업 및 연구소에서 반도체, 자동차, 조선을 중심으로한 제품의 생산 및 연구에 슈퍼컴퓨터를 사용함으로써 제품의 개발 주기를 줄일 수 있고 안정성을 높일 수 있다는 인식이 확산되면서 많은 슈퍼컴퓨터가 도입되었다고 분석되며, 앞으로 슈퍼컴퓨터의 도입은 계속될 전망이다.

다음으로 슈퍼컴퓨터 제조 회사별 점유 현황을 살펴보자. 표 4는 회사별 점유상황을 보여 주고 있다. TOP500에서는 SGI사가 25%, IBM사가 23.2%, Cray사가 18.4%를 점유하

고 있고 Intel사, Fujitsu사, Thinking Machine사가 각각 6.8%, 6.6%, 6.2%를 차지하고 있다. 따라서 SGI사, IBM사, Cray사의 슈퍼컴퓨터가 전체의 약 67%를 차지하여 주종을 이루고 있음을 알 수 있다. TOP500에서는 미국 제조회사들이 제품이 423대로 85%의 높은 점유율을 가지고 있고, 일본 회사들이 12%, 그리고 유럽회사들이 3%의 점유율을 가지고 있다. 한편 국내에서도, IBM사, Cray사, 그리고 SGI사 각각 46%, 25%, 13%를 점유하고 있으며, 미국 회사제품들이 90% 이상을 차지하고 있다. 국내외에서 미국회사들의 슈퍼컴퓨터들이 시장을 주도하고 있음을 알 수 있다. 또한 TOP500에서는 SGI사의 시장 점유율이 25%로 수위를 차지하고 있는데 반해, 국내에서는 IBM사가 1위를 차지해 조금 다른 양상을 보이고 있다. 그리고 국내의 경우 IBM사, SGI사, Cray사를 제외한 다른 회사 제품의 보유는 매우 미비하였지만, 1995년도부터 Convex사, Intel사, Parsytec사 등의 슈퍼컴퓨터가 도입되는 등, 슈퍼컴퓨터의 기종이 다양화되는 추세에 있다.

표 5는 회사별로 슈퍼컴퓨터의  $R_{peak}$  (Gflop/s)의 합을 나타낸 것이다. TOP500에서는 Cray사가 전체 이론적 최대 성능치의 23%를

표 4 회사별 점유 현황

	TOP500		국 내	
	대 수	백분율	대 수	백분율
SGI	125	25.0%	6	13.6%
IBM	116	23.2%	20	45.5%
Cray	92	18.4%	11	25.0%
Intel	34	6.8%	1	2.3%
Fujitsu	33	6.6%	1	2.3%
TMC	31	6.2%	0	0.0%
Convex	20	4.0%	2	4.5%
NEC	20	4.0%	0	0.0%
Parsytec	10	2.0%	3	6.8%
기타	10	3.8%	0	0.0%
합계	500	100.0%	44	100.0%

차지하고, IBM사가 18.8%, Fujitsu사가 13.7%, Thinking machine사가 11.6%, SGI사가 10.4%, Intel사가 10.4% 등을 차지하고 있다. 국내에서는 IBM사, Cray사, SGI사, 그리고 Intel사가 각각 45.4%, 24%, 13.4%, 10.4%를 차지한다. 따라서 국내에서는 IBM사의 제품이 시장 점유율이나 전체 컴퓨팅 파워(Computing Power) 면에서 제일 앞서는 것을 알 수 있다.

표 5 회사별 R<sub>peak</sub> (Gflop/s) 합계

	TOP500		국 내	
	R <sub>peak</sub>	백분율	R <sub>peak</sub>	백분율
SGI	715.4	10.4%	16.7	13.5%
IBM	1297.4	18.8%	56.0	45.3%
Cray	1584.9	23.0%	29.6	23.9%
Intel	718.7	10.4%	12.8	10.3%
Fujitsu	942.8	13.7%	1.3	1.1%
TMC	803.5	11.6%	0.0	0.0%
Convex	158.2	2.3%	2.9	2.3%
NEC	296.8	4.3%	0.0	0.0%
Parsytec	94.7	1.4%	4.4	3.6%
기타	291.4	4.2%	0.0	0.0%
합	6903.8	100.0%	123.7	100.0%

표 6은 나라별 보유 슈퍼컴퓨터의 R<sub>peak</sub> (Gflop/s)의 합을 보인 것인데, 이는 그 나라에서 슈퍼컴퓨터를 이용한 문제 해결 능력을 나타내므로 중요한 수치이다. TOP500에 포함되는 컴퓨터의 R<sub>max</sub>는 2.5Gflop/s 정도로 국내에서 보유하고 있는 슈퍼컴퓨터는 8대가 해당된다. 이들의 R<sub>peak</sub>의 합은 66.3 Gflop/s로 TOP500 내의 전체 R<sub>peak</sub>에 0.96%를 차지하고 있다. 또한 TOP500내에서 미국/캐나다는 우리나라에 비해서 61배, 일본은 24배의 컴퓨팅 파워를 보유하고 있어서 대단히 큰 격차를 보이고 있다. 이는 산업체와 연구소에서 슈퍼컴퓨터가 차지하는 역할을 고려한다면, 앞으로 국내에 더 많은 슈퍼컴퓨터 도입이 불가피할 것으로 보인다.

표 6 TOP500 내의 나라별 R<sub>peak</sub>

	한국	미국/캐나다	일본	유럽	기타	합
R <sub>peak</sub>	66.3	4045.7	1561.3	1172.9	83.1	6929.3

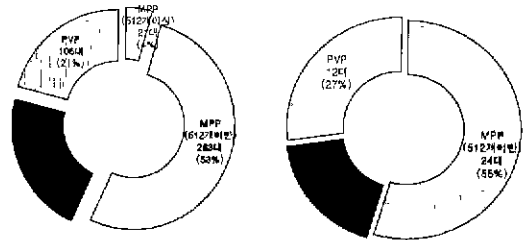


그림 1 슈퍼컴퓨터의 구조별 분류

오늘날 시장을 주도하고 있는 슈퍼컴퓨터들은, 한 개 혹은 여러 개의 (일반적으로 16개 이하) 고성능 벡터 프로세서가 주된 연산을 수행하는 PVP(Parallel Vector Processing System), 많은 프로세서와 (수십개에서 수천개까지) 분산된 메모리로 구성된 MPP(Massively Parallel Processing System), 그리고 수십개의 프로세서와 (32개 이하) 가상 공유 메모리를 가지는 SMP(Shared Memory Processing System) 시스템의 3가지 구조로 간략하게 분류할 수 있다. 그림 1은 슈퍼컴퓨터를 구조별로 분류한 것이다. TOP500과 국내에 도입되어 있는 슈퍼컴퓨터의 추세를 살펴보면 다음과 같다. 512개 이상의 프로세서를 가진 MPP들은 대부분 미국의 연구소들이 보유하고 있으며, 그 비중이 점차 감소되고 있다. 현재 국내에 도입되어 있는 시스템은 없다. Cray사의 C90과 같은 PVP들은 국내외에서 대학과 연구소, 그리고 산업체에 고루 분포되어 사용되어 왔다. 현재 세계 슈퍼컴퓨터의 시장은 수십개의 고속 범용 프로세서로 구성된 IBM사의 SP-2, Cray사의 T3D와 같은 MPP와 함께, SGI사의 Power Challenge, Convex사의 SPP와 같은 SMP가 주도하고 있다. 그림 1에서 보듯이 MPP는 국내외에서 각각 53%, 55%로 주종을 이루고 있고 SMP는 각각 22%와 18%를 점유하고 있다. 국내에 도입되어 있는



슈퍼컴퓨터들의 구조가 세계의 추세와 매우 비슷하다는 것을 알 수 있다. 그러나 세계적인 추세가 SMP를 선호하고 있어서 앞으로 우리나라도 SMP가 더 많은 시장을 점유할 것으로 분석된다.

그림 2는 주요 선진국의 인구를 TOP500에 포함되어있는 슈퍼컴퓨터 보유 대수로 나누었을 때의 값, 즉 컴퓨터 한 대당 인구수를 계산한 것이다[7]. 우리나라는 96년 4월을 기준으로  $R_{max}$ 가 2.5 Gflop/s이상인 슈퍼컴퓨터를 8대 보유하고 있다. TOP500에 나타나 있는 선진국에서는 대략 인구 백만에서 2.5백만명당 1대 꼴이지만, 우리나라는 5.750백만당 1대로 미국의 0.98백만명보다 무려 5.9배 많으며, 일본보다는 3.4배 많으며, 같은 동양권의 싱가포르와 홍콩에도 미치지 못하고 있다.

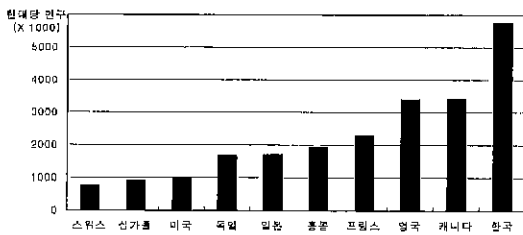


그림 2 국가별 슈퍼컴퓨터 한 대당 인구

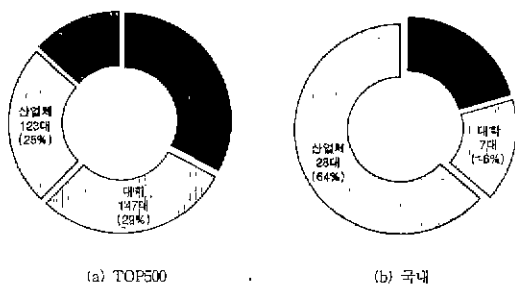


그림 3 보유기관별 분류

마지막으로 그림 3은 슈퍼컴퓨터를 보유한 기관을 분류하였다. TOP500에서는 연구소에서 사용되고 있는 슈퍼컴퓨터가 전체의 32.8%로 가장 많았으나, 우리나라에서는 산업체에 설치되어 있는 컴퓨터가 63.6%로 가장 많았다. 특히 TOP500에서 대학에서 사용되는 컴퓨터는 147대로 전체의 29.4%를 차지하고 있

는 반면, 국내에서는 7대로 15.9%를 점유한다. 그 7대 중에서도 4대가 서울대학교에 편중되어있어 사실상 최대성능이 1Gflop/s 정도의 슈퍼컴퓨터를 보유하고 있는 대학은 4개 대학에 불과하다. 따라서 학계에서 슈퍼컴퓨터에 관한 꾸준한 관심과 투자가 필요하며, 이를 이용한 많은 기초연구와 응용연구가 진행되도록 해야 할 것이다.

## 5. 결 론

본 논문에서는 국내 슈퍼컴퓨터 도입 현황을 TOP500과 비교·분석하므로써 세계의 동향과 비교하여 국내 컴퓨터의 현황을 살펴보았다. 국외에서는 1994년도부터 슈퍼컴퓨터 도입과 교체가 아주 활발하게 이루어져서 1994년 이후 도입된 컴퓨터들이 전체의 80% 이상(405대)을, 그리고 1995년에만 새로 도입된 컴퓨터들이 전체의 약 50%(246대)를 점유하고 있었다. 한편 국내에서도 목록에 포함된 컴퓨터들의 70% 이상(32대)이 1995년 이후에 도입되었다. TOP500에는  $R_{max}$ 가 대략 2.5 Gflop/s 이상의 시스템이 포함되어 있고, 우리나라는 96년 4월 현재 8대를 보유하고 있다. 아직 국내 슈퍼컴퓨터 보유율은 선진국들에 비해 매우 뒤떨어져 있으며, 슈퍼컴퓨터를 이용한 제품개발과 연구의 중요성을 비추어 볼 때 앞으로 더 많은 슈퍼컴퓨터의 도입이 불가피하다.

국외의 경우 전체의 63% 이상을 대학과 연구소에서 보유하고 있으나, 국내의 경우 63% 정도를 산업체에서 보유하고 있는 것으로 나타나 있다. 국내에서는 고성능 컴퓨팅의 기초기술보다는 응용기술이 앞서고 있는 것 같다. 그러나 산업체가 보유한 컴퓨터들의 대부분의 보유연도가 1-2년 미만으로 실제 제품에 고성능 컴퓨팅 기술을 응용하기에는 아직 초보 단계에 머물고 있다. 산업체뿐만 아니라 학계에서도 슈퍼컴퓨터 도입과 이용에 더 많은 관심과 함께 기초 연구를 진행시켜야 할 것으로 믿으며, 이를 뒷받침하기 위한 정부의 적극적인 투자요망된다.

**참고문헌**

- [1] H. W. Meuer, The Manheim Supercomputer Statistics. 1986-1992.
- [2] J. J. Dongarra, H. W. Meuer, E. Strohmaier, eds. TOP500 Report 1995, SUPERCOMPUTER, Vol. 12, June 1995.
- [3] J. J. Dongarra, H. W. Meuer, E. Strohmaier, eds. TOP500 Report 1995, SUPERCOMPUTER, Vol. 12, November 1995.
- [4] J. J. Dongarra, I. S. Duff, D. C. Sorensen, and H. A. Van der Vorst, Solving Linear Systems on Vector and Shared Memory Computers, SIAM Publications, Philadelphia, PA, 1990.
- [5] J. J. Dongarra, Performance of Various Computers Using Standard Linear Equations Software, Technical Report CS-89-85, Department of Computer Science, Univ. of Tennessee, November 1993.
- [6] P. Messina and Thomas Sterling, System Software and Tools for High Performance Computing Environments, SIAM Publications, Philadelphia, PA, 1993.
- [7] J. J. Dongarra and H. D. Simon, High Performance Computing in the U.S. in 1995 - An Analysis on the Basis of the TOP500 List, from netlib.

**최 재 영**



- 1984 서울대학교 제어계측공학과 학사
- 1986 미국 남가주대학교 전기공학 석사 (컴퓨터공학)
- 1991 미국 코넬대학교 전기공학부 박사 (컴퓨터공학)
- 1992.1~94.2 미국 국립 오크리지연구소 연구원
- 1992.3~94.2 미국 테네시 주립대학교 연구교수
- 1995.3~현재 송실대학교 정보과학대학 컴퓨터학부 조교수

관심분야 : 초고속계산론, 병렬/분산처리, 병렬알고리즘, 시스템 소프트웨어

**김 명 호**



- 1989 송실대학교 전자계산학과 학사
- 1991 포항공과대학교 전자계산학과 석사
- 1995 포항공과대학교 전자계산학과 박사
- 1995.2~95.8 한국전자통신연구소 선임연구원
- 1995.9~현재 송실대학교 정보과학대학 컴퓨터학부 겸임강사

관심분야 : 병렬처리, 병렬알고리즘, 초고속계산론, 시스템 소프트웨어

**● ‘정보문화의 달’ 기념 강연회 및 전시회 ●**

- 일 자 : 1996년 6월 20일(목)
- 장 소 : 경북대학교 전자계산소 4층
- 내 용 : 강연회, 패널토의, 시연회 등
- 주 최 : 영남지부
- 문 의 처 : 경북대학교 컴퓨터공학과 유기영 교수  
T. 053-950-5553