

슈퍼컴퓨터의 개요 및 현황

허 찬

(한국전백스 상무이사)

1. 서 언

고도로 발전해가고 있는 사회, 과학, 기술 각 분야에서 컴퓨터의 활용도는 날이 갈수록 증대되고 있으며, 또한 분야별로 요구되는 컴퓨터도 다양화 전문화되고 있다. 컴퓨터의 형태도 퍼스널컴퓨터(PC)에서 부터 슈퍼컴퓨터에 이르기까지 성능, 가격 및 크기에 따라 종류가 매우 많다. 그 중에서도 과학, 기술분야에서 많이 활용되어지는 슈퍼컴퓨터의 성능에 대한 요구는 예측하기 어려울 정도로 증대하고 있으며, 이에 부응하기 위한 컴퓨터 제조회사나 관련학계의 노력이 끊임없이 계속되고 있다. 슈퍼컴퓨터시장의 연간 성장율은 약 40%정도이며 그 중심은 최대성능이 100MFLOPS 이하의 미니슈퍼컴퓨터의 시장이 차지하고 있다. 최근 일본의 NEC사가 최대 성능이 22 GFLOPS(Billion Floating-point Operation Per Second)인 새기종을 발표하는가하면 미국의 슈퍼컴퓨터 양대산맥의 하나인 ETA사가 슈퍼컴퓨터사업을 포기하는등 많은 변화가 있었다.

국내에도 CRAY사의 CRAY-2S와 CONVEX사의 C1-XP가 이미 도입 가동중에 있다. 이러한 시점에 회원 여러분들의 이해를 돕는 측면에서 슈퍼컴퓨터에 대해 일반적인 면들을 한번 정리하여 보고자 한다.

2. 슈퍼컴퓨터의 정의

최근 과학, 기술, 인공지능등의 분야에서 요구되

는 연산능력이 계속 상승함에 따라 고성능 슈퍼컴퓨터의 개발과 판매 경쟁은 갈수록 치열해 지고 있다. 현존하는 슈퍼컴퓨터로도 원하는 시간내에 풀 수 없는 문제들이 기초과학분야를 연구하는 대학이나 연구소 또는 신소재, 신제품 개발을 원하는 기업체등에 많이 있어서 더 높은 성능을 갖는 컴퓨터의 출현을 기다리고 있는 상태이다. 이러한 시장의 요구와 반도체 기술 및 소프트웨어의 기술 개발로 슈퍼컴퓨터에 대한 개발과 개량은 계속 이루어질 것이다.

슈퍼컴퓨터란 고속의 연산속도, 빠르고 큰용량의 주기억장치, 강력한 병렬처리를 지원하는 소프트웨어로 이루어진 컴퓨터이다. 다시말해 현존하는 컴퓨터중 성능이 월등히 높은 컴퓨터를 말하고 있다. 80년대 중반만해도 워드길이(word length)가 64bit, 주기억용량이 128 Megabyte, 성능이 100 MFLOPS (Million Floating-point Operation Per Second)이면 슈퍼컴퓨터로 분류가 되었다. 오늘날 슈퍼컴퓨터의 성능을 비교하는데는 연산속도와 주기억장치의 용량은 물론이고, 벡터연산능력과 병렬처리(parallel processing)을 지원하는 소프트웨어가 주요 요구사항이 된다. 슈퍼컴퓨터의 응용분야(표1)를 보면 주로 벡터연산 또는 매트릭스 연산을 요구하는 일들이다. 연산속도의 단위로는 부동소수점 연산속도의 단위인 MFLOPS가 사용된다.

벡터(vector) 또는 매트릭스(matrix)연산에 있어서 슈퍼컴퓨터들이 일반 컴퓨터에 비하여 처리 속도가 엄청나게 차이가 나는 주요 요인은 연산처리부분

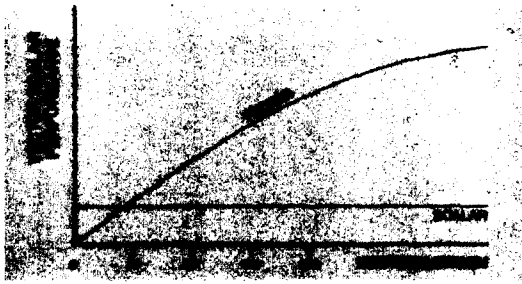


그림 2. 스칼라 컴퓨터와 벡터 컴퓨터의 성능 곡선

3. 슈퍼컴퓨터의 분류

벡터구조를 가진 1세대 슈퍼컴퓨터로는 1960년대에 개발된 Star-100, TI-ASC, Iliac-IV 등으로 평균 40 MFLOPS의 성능으로서 상업적인 면에서는 성공을 하지 못한 시스템들이었다. 2세대 슈퍼컴퓨터로는 CRAY-1(160MFLOPS), CYBER205(800 MFLOPS), VP-200(500MFLOPS) 등을 꼽을 수 있다. 컴퓨터를 분류하는데는 여러 방법들이 있겠으나, 많이 이용되는 분류방법중의 하나가 FLYNN 분류방법이 있는데, 이 분류방법은 컴퓨터시스템내의 명령어흐름과 데이터흐름의 구조에 따라

- SISD(Single Instruction stream-Single Data stream)
- SIMD(Single Instruction stream-Multiple Data stream)
- MISD(Multiple Instruction stream-Single Data stream)
- MIMD(Multiple Instruction stream-Multiple Data Stream)

의 4가지로 분류하고 있다. SIMD형 주로 단일프로세서 슈퍼컴퓨터가 이에 속하며, 다중프로세서를 쓰는 병렬처리 슈퍼컴퓨터들은 MIMD형 슈퍼컴퓨터에 속한다. 슈퍼컴퓨터들을 성능 및 가격정도에 따라 상위급(High-end supercomputer), 중위급(Mid-range supercomputer, Near-supercomputer, Mini-supercomputer), 개인용(Single-user supercomputer) 등으로 구분할 수 있다. 상위급 슈퍼컴퓨터 제조회사들로는 Cray Research, Cray Computer(1989.3. 설립), ETA(1989.4. 폐업), Fujitsu, Hitachi, NEC 등이 있으며, 중위급 슈퍼컴퓨터 제조

회사들로는 Alliant, Convex, Cydrome, SCS, FPS 등이 있으며, 개인용 슈퍼컴퓨터 제조회사들로는 Apollo, Ardent, Stella 등이 있다. (표 4,5,6 참조)

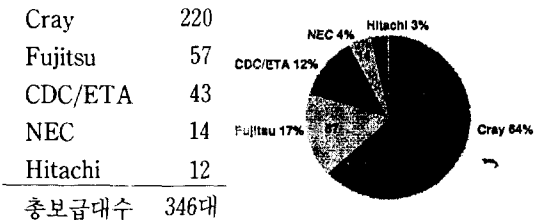
이들외에도 특수 목적으로 개발 사용하는 시스템들이 있으나 본고에서는 제외하였다.

4. 보급현황

상위급 슈퍼컴퓨터 보급현황에 대한 1988년말 미국 상무성 발표를 보면 북미지역 134대, 유럽지역 68대, 일본지역 73대, 중동지역 2대, 기타 태평양 연안지역 4 대등으로 보고되고 있으나 실제수효는 이보다 많다. 상위급 슈퍼컴퓨터의 공급업체별 시장점유율을 보면 표 2와 같다.

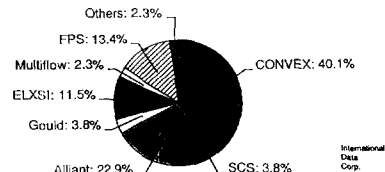
반면에 중위급의 미니슈퍼컴퓨터의 경우 상위급 슈퍼컴퓨터에 비하여 성능은 1/3에서 1/10로 낮지만, 풍부한 벡터화된 응용소프트웨어와 사용상의 편리성 때문에 매우 빠른 속도로 보급되어지고 있다. 이들 미니슈퍼컴퓨터의 공급업체별 시장점유율은 표 3과 같다.

표 2. 상위급 슈퍼컴퓨터별 보급대수 및 시장점유율



(* 1988년말 현재, 자료 : 은산 제공)

표 3. 중위급 슈퍼컴퓨터 업체별 시장점유율



(*1988년 말 현재, IDC 자료)

5. 제품의 종류 및 성능

슈퍼컴퓨터의 성능 제고를 위하여 하드웨어에 사용되어지는 반도체소자와 시스템구조적인 방법의 개

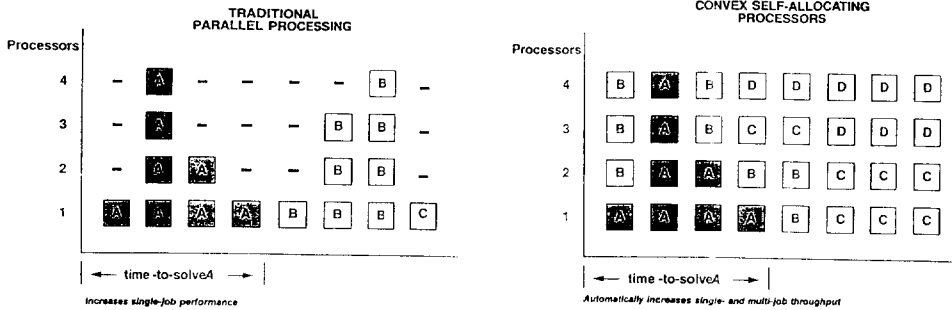


그림 3. 고정지정방법과 자동지정 방법

선이 주요 요인이 되어 왔으나, 오늘날 슈퍼컴퓨터의 성능이 크게 향상을 가져올 수 있었던 것은 다중프로세서(multiprocessor)를 채택한 병렬처리(parallel processing) 개념을 컴퓨터 하드웨어 및 소프트웨어 전반에 도입하면서 부터이다.

병렬처리한 여러 function들이 동시수행 되는 것을 말하며 크게 Job(program), Task, Instruction으로 나눌 수 있다. 적게는 2개의 프로세서로 부터 많게는 16개의 프로세서를 갖고 있으며, Thinking Machine사의 Connecting Machine의 경우는 4096개의 프로세서를 갖고 있다. 여러종류의 많은 슈퍼컴퓨터가 개발됨에 따라 사용자가 구매하고자 하는 시스템을 선택할 수 있는 기준을 제공하기 위하여 성능비교를 위한 여러가지 방법의 벤치마크(benchmark)가 있다. 제조회사들이 제시하는 성능은 시스템 내의 모든 자원을 100% 활용하였을때 얻을 수 있는 이론치이며, 실제 성능은 부하(workload)에 크게 의존한다. 각 컴퓨터 시스템들은 구조상의 차이가 있기 때문에 성능비교를 위한 적절한 벤치마크가 수행되지 않을 경우 성능비교가 힘들다. 슈퍼컴퓨터에 대한 성능비교로 Linpack이 많이 쓰이고 있는데 이는 과학계산에서 상대적 성능을 측정하기 위하여 많이 활용하는 프로그램으로서 주로 벡터연산에 대한 성능측정에 사용하며 부동소수벤치마크(floating-point benchmark)라고도 한다. 가장 좋은 벤치마크 방법은 슈퍼컴퓨터를 이용하고자 하는 분야에 대한 응용 소프트웨어로 벤치마크하는 것이 최선의 방법이다. 성능비교에 있어서 하드웨어 구조나 특성이 중요한 반면 소프트웨어에 대한 성능도 매우 중요한 부분을 차지하고 있다. 포트란 컴파일러

(FORTRAN Compiler) 벡터화 효율에 대한 벤치마크로는 Dongarra Vector Program 과 24-loop Lawrence Livermore Program 등이 있다. 이들 벡터화 벤치마크 프로그램 결과에서 벡터화율이 큰 컴파일러일수록 사용자들이 슈퍼컴퓨터의 이용이나 프로그램 개발이 용이하다는 장점이 있다. 표 4는 벡터 포트란 컴파일러 벤치마크 중 하나의 결과이다.

상위급 슈퍼컴퓨터에 비하여 매우 활발히 움직이고 발전하는 부분이 미니슈퍼컴퓨터인 중위급 슈퍼컴퓨터들이다. 이들 중위급 슈퍼컴퓨터 회사들중 두드러지게 돋보이는 회사로는 Convex와 Alliant를 들 수 있다. 이들은 다중프로세서의 병렬처리 미니슈퍼컴퓨터회사들이다. Convex C240은 밀결합(tightly coupled) 공유메모리의 병렬처리시스템으로 4개의

표 4. 포트란 컴파일러의 벡터화효율

| System | Ftn Version | V-P-N |
|---------------|--------------|----------|
| Convex | CFT 4.0 | 67-05-28 |
| Hitachi S820 | F77/HAP20-2B | 67-04-29 |
| Alliant FX/8 | 3.0.14 | 65-06-29 |
| Cyber 205 | Vast-2 2.21 | 65-05-33 |
| ETA-10 | Ftn77 1.0 | 62-07-31 |
| NEC SX/2 | F77/SX | 54-05-41 |
| Ardent Titan | Pre-Release | 51-07-41 |
| Cray X-MP | CFT77 2.0 | 51-01-48 |
| Stella GS1000 | F77 Pre | 48-11-41 |
| IBM 3090VF | VS FTN 2.3.0 | 38-04-58 |
| Cray 2 | CFT2 3.1a | 27-01-72 |
| SCS-40 | CFT x13g | 24-01-35 |

(* ANL Technical Memorandum No. 109, March 31, 1988)

표 5. 상위급 슈퍼컴퓨터

| Vendor | Products | Peak Performance (MFLOPS) | Maximum No. of Processors | Cycle Time (nsec) | Linpack 100 × 100 (mflops/proc) | Primary Logic Technology |
|---------------|-------------|---------------------------|---------------------------|-------------------|---------------------------------|--------------------------|
| Cray Research | X-MP | 940 | 4 | 8.5 | 66 | ECL |
| | Cray-2 | 1,951 | 4 | 4.1 | 41 | ECL |
| | Y-MP | 2,667 | 8 | 6 | 84 | ECL |
| ETA Systems | ETA-10G | 10,286 | 8 | 7 | 93 | CMOS |
| | ETA-10E | 3,429 | 4 | 10.5 | 62 | CMOS |
| | ETA-10Q | 947 | 2 | 19 | 34 | CMOS |
| | ETA-10P | 750 | 2 | 24 | 27 | CMOS |
| Fujitsu | VP-30E | 220 | 1 | na | na | ECL |
| | VP-50E | 280 | 1 | 7 | 14 | ECL |
| | VP-100E | 425 | 1 | 7 | 16 | ECL |
| | VP-200 | 850 | 1 | 7.5 | 18 | ECL |
| | VP-400 | 1,700 | 1 | na | 20 | ECL |
| Hitachi | S-810/5 | 160 | 1 | na | na | ECL |
| | S-810/10 | 315 | 1 | na | na | ECL |
| | S-810/20 | 630 | 1 | 14 | 17 | ECL |
| | S-820/60 | 1,500 | 1 | na | na | ECL |
| | S-820/80 | 3,000 | 1 | na | na | ECL/BiCMOS |
| NEC | SX-1E | 325 | 1 | 7 | 32 | CML |
| | SX-1 | 650 | 1 | 7 | 36 | CML |
| | SX-2 | 1,300 | 1 | 6 | 43 | CML |
| | SX-3 | 22,000 | 4 | na | na | na |
| IBM | 3090/600SVF | 798 | 6 | 15 | na | ECL |

제원 : Electronics Mar. 1988, Argonne National Lab. Tech memo no. 23, Local supplier.

프로세서를 갖고 있으며, 각 프로세서는 Pipelined Functional Unit를 여러개 갖고 있어서 백터연산을 고속으로 처리할 수 있으며, 자동으로 백터화, 병렬화, 최적화를 하여주는 Fortran, C, Ada 컴파일러를 개발하여 완벽한 슈퍼컴퓨터의 면모를 갖추고 있다. Convex C2XX 시리즈에는 다중프로세서를 사용하는 다른 병렬처리 슈퍼컴퓨터에서는 없는 병렬처리 특징으로, 수행될 Job들을 프로세서들에게 자동으로 지정하여주는 ASAP(Automatic Self-Allocating Processing) 메카니즘이 있어 많은 작업을 수행할 때, 고정지정(Static Allocating)방법에 비하여 전반적인 단위시간처리능력비(throughput)가 월등히 좋아서 실업무에 대한 벤치마크 결과가 매우 높다. 그

림 3은 자동지정방법과 고정지정방법을 그림으로 나타낸 것이다.

슈퍼컴퓨터에 대한 회사별 제품모델과 성능에 대한 것을 상위급 슈퍼컴퓨터(표 5), 중위급 슈퍼컴퓨터(표 6), 개인용 슈퍼컴퓨터(표 7)로 분류하였다.

6. 결 론

지난 15년간 상위급 슈퍼컴퓨터의 설치대수보다도 불과 3,4년간 보급된 중위급 슈퍼컴퓨터의 수가 배를 넘고 있는 상황은 사용의 용이성과 간단히 일반 미니컴퓨터와 같이 설치하여 사용할 수 있고, 풍부한 응용 소프트웨어와 저렴한 가격때문이라고 본다.

표 6. 중위급 슈퍼컴퓨터

| Vendor | Products | Peak Performance (MFLOPS) | Maximum No. of Processors | Cycle Time (nsec) | Linpack 100 × 100 (MFLOPS) | Primary Logic Technology |
|-----------------------|--------------|---------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------------|--------------------------|
| Alliant | FX/40 | 47 | 4 | 85 | 5.3 | TTL/ECL |
| | FX/80 | 188 | 8 | 85 | 8.5 | TTL/ECL |
| | FX/82 | 377 | 16 | na | na | TTL/ECL |
| Convex | C120 | 20 | 1 | 100 | 6.5 | CMOS |
| | C201 | 36 | 1 | 55 | 7.3 | ECL/CMOS |
| | C202 | 72 | 2 | 55 | na | ECL/CMOS |
| | C210 | 50 | 1 | 40 | 18 | ECL/CMOS |
| | C220 | 100 | 2 | 40 | 24 | ECL/CMOS |
| | C230 | 150 | 3 | 40 | na | ECL/CMOS |
| | C240 | 200 | 4 | 40 | 28 | ECL/CMOS |
| Cydrome | Cydra 5 | 50 | 1 | 40 | 10.4 | ECL |
| Elxsi | 6410 | 40 | 12 | 50 | 0.6 | ECL |
| | 6420 | 120 | 12 | 50 | 1.7 | ECL |
| | 6460 | na | 10 | na | 10 | ECL |
| Floating Point System | M64/60 | 38 | 1 | na | 5.9 | ECL |
| Gould | NPI | 320 | 8 | na | 3.1 | ECL |
| Multiflow | TRACE 7/200 | 15 | 1 | 130 | 6 | CMOS |
| | TRACE 14/200 | 30 | 1 | 130 | 10 | CMOS |
| | TRACE 28/200 | 60 | 1 | 130 | na | CMOS |
| SCS | SCS-40 | 44 | 1 | 45 | 8 | ECL |

제원 : Electronics Mar. 1988, Argonne National Lab. Tech memo no. 23, Local supplier

표 7. 개인용 슈퍼컴퓨터

| Vendor | Products | Peak Performance (MFLOPS) | Maximum No. of Processors | Cycle Time (nsec) | Linpack 100 × 100 (MFLOPS) | Primary Logic Technology |
|---------|----------|---------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------------|--------------------------|
| Apollo | DN 10000 | 140 | 4 | | 5.1 | CMOS |
| Ardent | Titan | 64 | 4 | 125 | 9.4 | CMOS |
| Stellar | GS 1000 | 40 | 1 | 100 | 6.5 | CMOS |
| | GS 2500 | 100 | 1 | 55 | 7.3 | ECL/CMOS |

제원 : Electronics Mar. 1988, Argonne National Lab. Tech memo no.23, Local supplier.

Convex 시스템을 설계한 Steven Wallach은 미니슈퍼컴퓨터를 정의하는데 있어 슈퍼컴퓨터보다 적다는 의미가 아니라 가격이나 활용성은 미니컴퓨터와 같고 성능은 슈퍼컴퓨터와 같다는 뜻으로 미니슈퍼 컴퓨터라고 말하고 있다. 그러나 상위급 슈퍼컴퓨터가 하여야 할 일과 할 일들이 산재해 있는 관계로 상위급 슈퍼컴퓨터는 반드시 필요하고 더욱 성능이 높은 슈퍼컴퓨터의 출현을 기다리고 있다. 슈퍼컴퓨터 분야는 시스템 개발도 중요하지만 시스템을 어떻게 활용할 것인가가 매우 중요하다. 그러기 위하여는 국내에 도입된 시스템을 더욱 효율적으로 활용하기 위하여는 각 분야의 사용자들이 효율적인 벡터 또는 병렬 알고리즘 개발에 주력하여 우리의 실정에 맞는 연구, 개발의 밑거름이 되어줄 소프트웨어를 많이 개발하여야겠다.

참 고 문 헌

- [1] Hwang K. and Briggs F.A. "Computer Architecture and parallel processing," pp.233-321, 1989
- [2] Gentsch W. "Parallel Processing on shared memory system," Proc. of Int. Cont. on Supercomputing '89, may 1989
- [3] Polychronopoulos C.D and Kuck D.J. "Guided Self-Schedulity : A Practical Scheduling Scheme for paralle Supercomputer," IEEE TRAN. on Computers vol. C-36, no. 12 Dec. 1987
- [4] "Electronics supercomputer special issue," March 1988
- [5] Dasgupta S. "Computer Architecture" pp.239-318, 1989
- [6] Wallach S. "The Convex C240 Architecture" Proc. of Supercomputing. Nov. 1988.