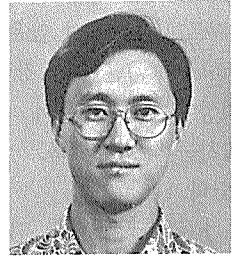


# 고성능 상용 병렬 컴퓨터 기술개발 동향



이 준 석  
한국전자통신연구소  
컴퓨터연구단/선임연구원

## □ 개 요

'80년대 이후 사회 전반에 걸친 급격한 발전에 의해 대규모의 복잡한 자료를 좀더 빠르게 처리해주는 고성능 컴퓨터에 대한 요구가 높아지게 되었다.

특히, 21세기를 정보화 사회라고 하여 이러한 추세를 주도할 새로운 사회 간접 자본인 초고속정보 통신망을 통하여 다양한 서비스를 제공하기 위하여 대규모의

편집자 주) 본고는 상용으로 사용되는 고성능 병렬 컴퓨터들에 대한 전반적인 기술추이 및 개발 동향을 설명하고, 이러한 추세에 따라 개발된 각각의 컴퓨터 시스템들의 주요한 특징과 세계 컴퓨터 시장에 출하되고 있는 대표적인 제품들에 대해 알아본다. 또한, 이들 시스템에 대한 발전 방향과 향후 전망에 대해 살펴본다.

정보 데이터들을 빠르게 가공, 처리해 주는 고성능의 컴퓨팅 서버를 필요로 하게 된다.

이에 따라 여러개의 상용 프로세서들을 하나의 시스템에 묶어 가격대 성능비를 높이는 다중 프로세서 구조의 컴퓨터들이 등장하였다.

특히 대칭적 다중 프로세싱(SMP: Symmetric Multi-processing) 시스템은 각 프로세서에 작업이 균등하게 배분되는 컴퓨터 시스템으로 일반적으로 여러 프로세서들이 버스와 같은 단일 경로로 연결되며 공유 메모리를 갖는 형태의 밀결합(tightly-coupled) 구조를 갖는다.

현재 컴퓨터 시장에서 판매되고 있는 SMP 기반의 제품들은 국산 주전산기인 타이컴(TICOM)을 비롯하여 Sequent사의 Symmetry, Pyramid사의 MIServer 등 많은

제품이 나와 있으며 가격대 성능비 측면에서 매우 뛰어난 성능을 보이고 있다.

하지만 이러한 SMP 기반의 다중 프로세서 시스템은 프로세서들과 메모리를 연결해주는 버스를 통한 프로세서간의 경합(contention)때문에 프로세서를 많이 늘리는 것이 불가능하며 프로세서의 수를 늘림에 따라 오히려 성능 개선보다는 성능 약화를 가져오는 결과를 초래한다.

따라서 프로세서 확장에 따른 문제점을 해결하는 방안의 하나로 등장하게 된 것이 클러스터링(clustering) 시스템으로 이러한 시스템은 SMP 구조를 갖는 독립적인 여러개의 컴퓨터 시스템들을 Ethernet, FDDI 등으로 연결하는 소결합(loosely-coupled) 구조 형태를 갖는다.

특히 중형급(Midrange) 컴퓨터

분야에서는 이러한 클러스터링 구조를 이용하여 많은 데이터를 좀더 빠르게 처리하며 높은 가용도(availability)를 갖는 강력하고도 신뢰성이 높은 컴퓨터 시스템을 개발하는 방향으로 빠르게 발전하고 있다.

high-end급의 중형 컴퓨터 시스템의 경우, 과학 기술 분야에서 가격대 성능비의 우월성에 의해 슈퍼컴퓨터를 대체하려는 MPP 기종과는 다르게 클라이언트/서버 환경의 상업 분야에서 여러개(보통수십개 정도)의 프로세서를 이용한 SMP 기반의 클러스터 기술에 의해 메인프레임을 대체하는 엔터프라이즈 서버(혹은 엔터프라이즈 서버 플랫폼, ESP라고도 함)로서 등장하고 있다.

또한, 최근에는 독립적인 SMP 제품을 Ethernet 등으로 연결하는 위의 클러스터링 방법(Clustered SMP System)과 다르게 SM 구조의 노드들을 상호 연결망(interconnection network)에 의해 연결하여 시스템을 구성하는 새로운 구조(SMP Clusters)도 나오고 있다.

이 구조는 기존의 클러스터링 시스템보다 확장성(scalability)이 뛰어나기 때문에 성능면에서 초병렬 시스템(MPP : Massively Parallel Processing)에 접근해 있다.

그러나 이 시스템은 과학 기술 계산용으로 쓰이는 기존의 MPP 시스템과는 다르게 상용 환경에서 주로 사용되는 새로운 형태의 클

러스터링 시스템이다.

ETRI에서 개발중인 고속병렬 컴퓨터(SPAX : Scalable Parallel Arcitechture computer based on X-bar network)나 Unisys사의 OPUS 등 이 범주에 속한다 하겠다.

따라서 본고에서는 21세기 정보 처리 시대의 중요한 요소로 등장할 고성능 상용 병렬처리 컴퓨터에 대한 고찰을 통하여 SMP (Symmetric Multiprocessing) 기반의 클러스터링 컴퓨터 시스템과 대규모 병렬 처리(MPP : Massively Parallel Processors) 컴퓨터 시스템에 대한 주요 특징 및 기술 동향에 대해 알아보고 각각의 시스템들에 대해 세계 컴퓨터 시장에 출하되고 있는 중요한 제품들에 대해서도 살펴본다.

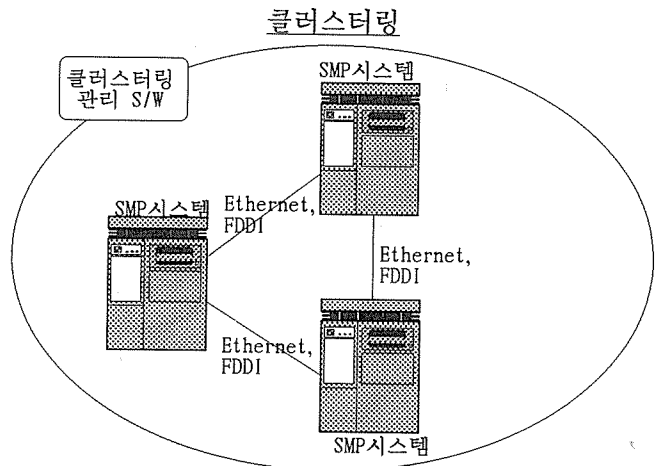
끝으로 고성능 상용 병렬 컴퓨터의 발전 방향과 향후 전망에 대해 알아본다.

## 2 고성능 상용 컴퓨팅 서버 동향 분석

### 1. SMP기반의 클러스터링 컴퓨터 시스템

#### 1) 정의

SMP 기반의 클러스터링 컴퓨터 시스템은 기존의 SMP 기반 다중 프로세서 시스템의 단점인 확장성(scalability)문제를 해결하기 위해 출현한 구조로 크게 SMP 구조를 갖는 독립적인 여러개의 컴퓨터 시스템들을 Ethernet, FDDI 등으로 연결하여 소결합(loosely-coupled) 형태를 갖는 구조(클러스터링 type I, Clustered SMP System)와, SMP 구조의 노드들을 크로스바 네트워크나 다중(계층) 버스 구조의 고속 상호연결망(interconnection network)으로 연결하여 계층적으로 시스템을 구성하는 새로운 형태의 시스템(클러스터링 type II : SMP/MPP



〈그림 1〉 클러스터링 type I 시스템 개념도

혼합형, SMP Clusters)으로 나뉜다.

2) 특징

○ 클러스터링 type I 시스템

이 시스템은 각각 독립적인 SMP 구조의 제품들이 Ethernet, FDDI 등으로 연결되며 클러스터링 관리 소프트웨어를 통하여 fault-resilience를 제공하므로 메인 프레임과 같은 높은 RAS(Reliability, Availability, Serviceability)를 갖는다.

대표적인 기종으로는 Data General사의 AViiON 9500, DE-C사의 7000AXP, 10000AXP Open VMScaluster시리즈, Pyramid Technology/SNI사의 RM 1000시리즈, Sequent사의 Symmetry 2000, 5000 시리즈, Sun사의 SP-ARCcluster시리즈, Unisys사의 U6000/600 시리즈 등이 있다. <그림 1>은 클러스터링 type I 시스템의 개념도를 보여준다.

○ 클러스터링 type II 시스템

이 시스템은 독립적인 SMP 제품을 Ethernet 등으로 연결하여 단지 2~3개 정도의 SMP 제품들을 연결하는 기존의 클러스터링 시스템보다 확장성(scalability)이 매우 뛰어나기 때문에 대규모 병렬 처리 시스템(MPP : Massively Parallel Processor)에 근접한 SMP와 MPP의 혼합형으로 상용 분야에 적합한 SMP 시스템을 기반으로 하며 단일 SMP 시스템에서 MPP 시스템까지 유연한 확장성이 크기 때문에 앞으로의 발전

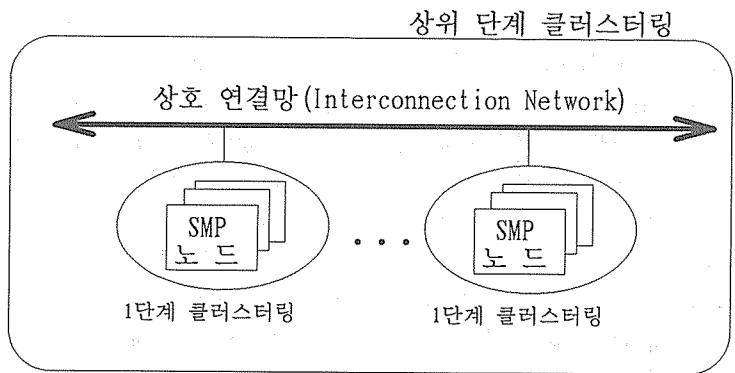
성뿐만 아니라 가격대 성능비에서도 매우 우수한 시스템이라고 하겠다.

ETRI에서 주전산기 IV로 개발 중인 고속병렬컴퓨터(SPAX : Scalable Parallel Architecture computer based on X-bar network)와 Unisys의 OP-US(Open Parallel Unisys Server)가 이 범주에 속한다. <그림 2>는 클러스터링 type II 시스템의 개념도를 보여준다.

한 계층적인 클로스터링 아키텍처를 갖는다.

이러한 구조에 의해 본 시스템은 싱글 SMP 시스템에서부터 MPP 시스템까지의 유연한 구성이 가능하다.

운영체제로는 마이크로 커널기반의 단일 시스템 이미지를 제공하는 운영체제가 탑재된다. 주요 사용 분야로는 다양한 DB 서비스, 정보 통신 서비스 분야 및 OLTP(On-Line Transaction Pr-



<그림 2> 클러스터링 type II 시스템

3) 대표 기종

○ ETRI의 SPAX

한국전자통신연구소(ETRI)에서 개발 중인 고속병렬컴퓨터로 Intel Pentium Pro 프로세서를 최대 256개까지 장착하며 각각 하나의 SMP로 구성된 프로세싱 노드, 입출력 노드, 통신접속 노드들을 Xcent-Net이라는 이중 10×10 크로스바 스위치로 연결

rocessing)나 DSS(Design Support System) 분야에 사용된다.

○ Unisys 사의 OPUS

95년 중반에 발표한 상용 Scalable Parallel Processing 시스템으로 Intel Pentium 프로세서를 탑재하며 인텔사의 Mesh 기술을 상호연결망으로 이용한다.

운영체제는 SVR/MK를 사용하며 주요 분야는 DSS 및 데이터

웨어 하우싱을 들 수 있다.

○ DEC사의 8400

AXP 시리즈의 새로운 제품인 8400 기종은 기존의 200MHZ의 성능을 갖는 21064보다 향상된 300MHZ의 DEC 21164 프로세서를 최대 12개를 탑재할 수 있으며, Oracle 7 DBMS에 64비트 전용 Oracle VLM(Very Large Memory Capability)기술을 결합하여 32비트 제품에 비해 데이터 처리 양과 속도를 대폭 향상시켜 주로 Data Warehousing, VOD (Video-On-Demand), OLTP용으로 사용된다.

특히 기존의 Open VMS cluster를 이용해 Ethernet, FDDI 등을 통한 클러스터링을 지원한다.

○ SUN사의 SPARC cluster

SPARCserver 시리즈중 클러스터 기종인 SPARCcluster 1000PDB(Parallel Database)와 SPARCcluster 2000PDB는 60-MHz SuperSPARC를 사용한다.

VLDB트랜잭션 처리용 Data Center 시스템인 SPARCcluster 1000PDB는 40만불정도의 가격을 형성하며 2개의 SPARCserver 1000E 노드와 2개의 SPAR-TCstorage Arrays가 하나의 캐비닛으로 구성된다.

그리고 SPARCcluster 2000-PDB는 70만불정도의 가격을 가지며 2개의 SPARC-center 2000E 노드와 2개의 SPARCstorage Arrays가 하나의 캐비닛으로 구성된다.

클러스터 기종의 경우 노드간 연결은 100Mb/sec 성능의 Fast Ethernet으로 하며 온라인 클러스터 관리를 위한 소프트웨어가 제공된다.

4) 동향분석

- SMP 기반의 시스템들은 MPP 시스템들과는 달리 펜티엄, MIPS 등과 같은 상용 프로세서를 사용하는 경향을 보인다. 이는 SMP 기반의 시스템들이 시스템 성능이나 효율성보다는 호환성에 더욱 큰 비중을 두고 있는 결과이다.

또한 2~3년마다 상용 프로세서의 성능이 두배로 증가하는 추세에 따라 상용 프로세서의 성능 향상이 곧바로 이러한 상용 프로세서를 탑재하고 있는 시스템의 성능 향상으로 이어질 수 있는 장점이 있다.

- SMP 기반의 시스템에 탑재되는 운영체제는 대부분 UNIX 계열이며 SVR 4.x에 기반을 두고 RAS 등 각 회사의 고유한 기능으로 추가한 운영체제를 제공한다.

특히 Type-II 클러스터 시스템은 용이한 시스템 확장성을 지원하기 위해 단일 시스템 이미지(Single System Image)를 제공하는 마이크로 커널기반의 운영체제를 제공한다.

- Oracle, Informix, Sybase 등 주요 병렬 RDBMS 제품들이 모든 플랫폼에 대부분 탑재된다.

- 대용량의 정보 저장을 위해

Storage Work, CLARiiON, SP-ARC Storage Array등 각 회사의 고유한 저장 솔루션을 통하여 디스크 어레이를 지원한다.

이러한 회사 고유의 고속 대용량 저장 솔루션을 확보하려는 노력은 멀티미디어 정보화 사회로의 발전에 따른 급속한 데이터량의 증가와 맞물려 한층 강화되리라 예상된다.

- 가격대 성능비에서 우위를 점하고 있는 SMP 기반의 제품들은 SMP용 소프트웨어 발전에 힘입어 메인프레임급의 가용도를 보이며, 클러스터링 기법을 사용하여 확장성을 향상시킨다.

또한, DBMS 소프트웨어의 활용으로 Unix기종의 단점인 보안성을 B1 등급까지 높이고 있다.

2. 대규모 병렬처리(MPP) 컴퓨터 시스템

1) 정의

수십개(대략 40여개)에서 수천개 정도의 프로세서들을 상호 연결망에 의해 연결하여 테스크를 병렬로 처리하는 컴퓨터 시스템을 말한다.

MPP는 용도에 따라 크게 2가지로 나뉘는데 1980년대 중반 이후 슈퍼 컴퓨터를 가격대 성능비로 대체하려는 과학 계산용의 MPP 시스템과, 1990년대초 이후 상용 DBMS나 OLTP 소프트웨어를 탑재하여 의사 결정 지원 시스템(DSS : Decision Support System), 데이터베이스 검색,

OLTP(On-Line Transaction Processing)등에 사용되는 상용 MPP 시스템이 있다.

전자의 경우에는 MasPar의 MP-2, Intel의 Paragon 등이 있으며 후자의 경우에는 AT&T GIS의 3600(최근 5100M으로 개량), nCube사의 nCube-3 등이 있다.

2) 특징

- 프로세서가 fat tree, mesh, hypercube, torus 등의 네트워크 토폴로지에 의해 연결된다.

- 최대 수천개까지의 프로세서를 장착할 수 있어 확장성이 매우 뛰어나다.

- 제품 가격이 보통 100만불 이상이다.

3) 대표 기종

대규모 병렬 처리(MPP) 컴퓨터 시스템은 과학 계산용과 상용으로 나뉘어 여러 제품들이 출하되어 있으며 상용 분야의 고성능 컴퓨팅 서버로 사용되는 제품들을 간단하게 나열하면 다음과 같다.

○ AT&T GIS의 3600

최대 1024개의 Intel Pentium 프로세서를 장착할 수 있는 3600은 분산 트랜잭션 모니터인 TOP END 소프트웨어와 병렬 Oracle 서버가 탑재되어 상용 MPP 제품으로는 가장 앞서 있는 기종으로 OLTP, DSS를 위한 VLDB(Very Large DataBase) 실시간 처리 환경을 주요 시장으로 한다. 최근 5100시리즈의 일환으로 5100M으로 개량 발표되었다.

○ IBM의 SP2

과학 기술용 MPP인 SP1과는 다르게 대규모 데이터베이스를 처리하는 상용 시장을 대상으로 하는 상용 MPP인 SP2는 RS/6000에 기반을 둔 병렬 처리 시스템으로 AIX/6000에 탑재되는 수많은 소프트웨어와 바이너리 호환성을 갖고 있어 응용 프로그램의 풍부함에 장점을 지니며 상용 MPP 제품중 가장 뛰어난 메인프레임급 수준의 RAS(Reliability, Availability and Serviceability)를 갖고 있다.

또한 SP2는 "Shared Nothing" 구조를 갖지만 가상 공유 디스크(VSD : Virtual Shared Disk) 기술을 통해 공유 메모리 구조를 지원하는 Oracle을 수용하며 95년경에는 DB2 Parallel Server와 Sybase의 Navigation Server를 탑재할 예정이다.

○ Convex사의 Exemplar SPP(Scalable Parallel Processors)

1994년 초에 발표된 이 시스템은 크로스바와 torus 토폴로지를 채용하여 프로세서를 연결하며 SPP-1의 경우 최대 128개의 프로세서를 수용하고 Convex사와 HP사의 수많은 소프트웨어들과 호환성을 갖는다.

특히 상용 분야뿐 아니라 이미 지 처리 등 고속 처리가 필요한 분야에도 활용된다.

○ nCube사의 nCube-3

16 Dimension 하이퍼큐브 토

폴로지를 채택하여 64비트의 전용 프로세서를 최대 65536개까지 연결하는 이 기종은 ParaChannel 입출력 시스템을 사용하여 기존의 nCube-2나 2S에 비해 입출력의 성능을 대폭 향상 시켰다.

또한 탑재되는 DBMS로는 Oracle 등이 있다.

4) 동향분석

- 기존의 MPP 시스템들이 과학 계산용으로 사용되던 추세에서 90년대 이후에는 병렬 DBMS나 OLTP 등을 탑재하여 기존의 메인프레임을 대체할 뿐만 아니라 더 나은 처리 성능을 갖는 범용 및 상용 분야로 발전해 가고 있다.

- MPP 시스템에 탑재되는 운영체제의 경우 시스템 개발 회사 고유의 운영체제 대신에 UNIX를 택하여 기존의 상용 소프트웨어를 올릴 수 있는 개방형 형태로 진행되고 있다.

IBM사의 SP-2의 경우가 좋은 예라 하겠다.

- 과학 기술 계산을 위한 SIMD(Single Instruction Multiple Date)보다는 상용 MPP 시스템 발전 추세에 따라 OLTP나 DB질의 등에 적합한 MIMD(Multiple Instruction Multiple Date)형태로 확산되고 있다.

3) 맺음말

지금까지 고성능 상용 컴퓨터로 크게 SMP 기반의 클러스터링 컴

퓨터 시스템과 상용 MPP 시스템 각각에 대해 분류, 정의, 특징 및 대표적인 기종들에 대해 알아보았고 또한, 각 시스템들에 대한 기술 발전 및 동향을 분석해 보았다.

끝으로 이러한 각각의 분석을 통해 앞으로 21세기 정보화 시대를 맞아 대규모 정보 처리 및 다양한 멀티미디어 서비스 등을 수용하는 고성능 병렬 컴퓨팅 서버에 대한 발전 방향 및 기술 예측에 대해 살펴보면 아래와 같다.

- SMP는 클러스터링 등의 기술에 의해 확장성 및 가용도를 대폭 향상시키는 경향을 보이기 때문에 과거의 예상처럼 SMP가 클러스터링 시스템을 거쳐 MPP 형태로 발전해 나가리라는 예측에 반하여 현재로는 각각의 시스템이 실제 사용되는 대상 시장을 중심으로 발전해 나가는 형태를 보이고 있다.

- 확장성을 지원하는 기능이 강화된 병렬 RDBMS 제품들이 출현함에 따라 큰 볼륨의 OLTP를 주로 처리하던 SMP들과 상대적으로 작은 볼륨의 복잡한 질의

(예로 의사결정지원 분야 : DSS)를 주로 처리하던 MPP들간의 간격도 좁혀지는 경향을 보인다.

특히 실시간 처리와 의사 결정 지원을 결합한 분석적 처리(OLAP : On-Line Analytical Processing)분야가 병렬 처리 컴퓨터의 새로운 응용 분야로 떠오르고 있다.

- 기술과 마케팅에 있어 한 회사의 독점적인 구조보다는 동일한 마케팅 솔루션을 위해 여러 회사가 결합하는 형태로 나가는 추세이다. VOD 및 멀티미디어 시장 선점을 위해 Sequent(시스템 소프트웨어, 중형 시스템 및 상용 분야의 경험), Intel(고성능 비디오 서버 시스템), Oracle(VOD에 적합한 Media Server 소프트웨어)이 각각 비교우위에 있는 기술들을 결합하여 하나의 제품 솔루션을 판매하는 것이 좋은 예라 하겠다.

- SMP 기반의 시스템과 MPP 시스템의 특징을 혼합한 시스템이 등장하여 향후 10년 이내에 SMP와 MPP 시스템 사이의 구별이 사라지게 될 것이다.

특히 기존 응용 프로그램과의 호환성에 장점을 가지고 있는 SMP구조를 기반으로 확장성이 큰 병렬 시스템이 정보 처리 시대의 고성능 컴퓨터 서버로 자리를 잡으리라 예상된다. 최대 64개의 프로세서를 장착하는 Cray Research사의 SMP/MPP 혼성 시스템인 CS6400 병렬 시스템과 ETRI에서 개발중인 SPAX를 예로 들 수 있겠다.

- 고성능 병렬 처리 시스템에 탑재되는 운영체제는 시스템 벤더(vendor) 고유의 운영체제보다는 개방성이 뛰어난 UNIX 기반의 운영 체제의 사용이 더욱 확산될 것이고 전용 프로세서보다는 성능이 날로 발전하고 있는 상용 프로세서가 더욱 널리 사용되리라 예상된다.

- 병렬 프로그램 작성의 어려움 때문에 DBMS와 OLTP를 제외한 응용 프로그램 패키지가 시장 요구에 비해 현저히 적다는 것과 전체 병렬 시스템을 관리할 시스템 관리용 소프트웨어 및 유틸리티 등의 부족이 단점으로 지적되기도 한다.

### 용어해설

#### 리스크 (RISC : Reduced Instruction Set Computer)

명령집약형컴퓨터 CPU를 제어하는 명령의 수를 줄여서 연산처리 능력을 향상시킨 것. 실행은 논리회로에서 시킨다.