

중대형 컴퓨터의 기술 동향과 국내 현황

金 壯 宣

現代電子産業(株)

I. 개 요

21세기를 향한 정보화 사회는 정보 통신망의 발전 속도에 비례하여 앞당겨지고 있다고 할 수 있다. 정보 통신망은 편리하고 빠르게 필요한 정보를 원하는 사람에게 전달해주는 핵심 역할을 하게 되며, 이러한 망을 바탕으로 주문형 비디오 서비스나 원격 의료 서비스, 멀티미디어 행정 데이터 베이스 서비스 등 여러 가지 다양한 정보 통신 서비스를 제공하게 된다. 따라서 이러한 서비스를 위해서는 대규모의 정보 데이터들을 빠르게 가공, 처리해주는 서버급의 고성능 중대형 컴퓨터를 필요로 하게 되며, 따라서 외국 뿐만 아니라 우리 나라에서도 정보 통신망 구축 사업의 하나로 이러한 고성능 중대형 컴퓨터 시스템을 직접 개발하고 있다.

외국의 경우를 살펴보면 정보 고속 도로(Information Super Highway) 구축 사업을 추진하고 있는 미국은 고성능 정보 통신 시스템 프로그램의 하나로 고성능 컴퓨터 개발 프로젝트를 수행하고 있고, 유럽 연합의 경우에도 '94년부터 추진중인 ESPRIT 4 연구 개발 계획 내에 "고성능 계산 및 네트워킹" 프로젝트가 추진중에 있으며, 일반 기업에서도 비디오 서버용 컴퓨터 등 여러 형태의 컴퓨터를 개발하여 발표하고 있다.

이러한 대규모 정보 처리용 고성능 컴퓨팅 서버는 과학 기술 계산이나 시뮬레이션 등에 사용되는 슈퍼 컴퓨터 개념에서 탈피하여 실시간으로 대규모의 다양한 정보를 가공 처리할 수 있도록 상용성과 병렬성이라는 특징을 가지며, 병렬 DBMS를 탑재할 수 있는 능력을 지녀야 한다. 대량의 비디오 프로그램을 데이터베이스에 보관하여 다수의 사용자에게 요구된 비디오를 실시간으로 서비스하고 이를 종합적으로 관리하는 주문형 비디오에 사용되는 비디오 서버가 한 예라고 할 수 있다.

본고에서는 이처럼 고성능이 요구되는 컴퓨팅 서버에 대한 고찰로 중대형 컴퓨터 시스템의 근간을 이루는 SMP(Symmetric Multi-Processors) 시스템과 MPP(Massively Parallel Processors) 시스템의 주요 특징과 기술 동향에 대해 알아보고,

이들 시스템에 대한 국내 현황에 대해 알아본다.

II. 중대형 컴퓨터의 기술동향

1. SMP 시스템

SMP 시스템은 단일 처리기 시스템에서 나타나 는 성능의 한계를 극복하기 위해 여러개의 처리기 를 공유 버스나 상호연결망에 연결시켜 놓은 시스 템이라고 할 수 있다. SMP 시스템의 최대 장점은 프로그래밍 인터페이스가 기존 단일 처리기 시스 템과 동일하다는 점이다. 즉, SMP 시스템의 구조 가 프로그래머에게는 투명하기 때문에 프로그램을 하는데 별도의 노력을 필요로 하지 않는다. 그러나 SMP 시스템은 캐싱에 의한 버스 트래픽 증가 등 의 이유로 공유 버스에 많은 부하가 발생하기 때 문에 확장성이 큰 단점이라고 할 수 있다. 따라서 업계와 학계에서는 SMP 시스템의 확장성 향상을 위해 다음과 같은 기법들이 연구 또는 구현되고 있다.

■ 소결합(Loosely Coupled) 클러스터링 기법

■ 밀결합(Tightly Coupled) 클러스터링 기법

■ NUMA(Non-Uniform Memory Access) 구

조에 기반한 공유 메모리 다중 처리기 시스템^[1]

소결합 클러스터링 기법에서는 SMP 구조를 갖 는 독립적인 여러개의 컴퓨터 시스템들(이하 노드 라 칭함)이 이더넷(ethernet)이나 FDDI 등에 의 해 연결된다. 따라서 병렬 처리나 분산 처리 등의 기능은 전적으로 각 노드에서 수행되는 운영체제 간의 통신에 의해 소프트웨어 적으로 지원된다. 이 기법에 의해 연결된 전체 시스템의 성능은 각 노 드를 연결하는 네트워크의 성능에 의해 좌우되며 운영체제에서 지원하는 부하 균등 기능 및 오류 복구 기능, 프로세스 스케줄링 기능도 성능에 큰 영향을 미치게 된다. 현재 소결합 클러스터링 기법 은 고성능 워크스테이션 클러스터링으로 대체되고

있는 실정이다.

밀결합 클러스터링 기법에서는 각 노드가 상호 연결망(interconnection network)을 통해 하드웨 어적으로 연결된다. 크로스바 스위치(cross-bar switch)나 BYNET등이 상호연결망으로 이용되는 대표적인 예라고 할 수 있다. 이 기법에 의해 연결 된 여러 처리기들은 메모리 를 공유할 수 있기 때 문에 한 작업의 병렬처리를 소결합 시스템에서 보 다 쉽게 할 수 있다. 또한 단단계 상호연결망을 통 해 여러 노드들을 연결할 수 있기 때문에 확장성 이 좋다고 할 수 있다.

다음은 현재 상용화된 여러 SMP 시스템들의 일 반적인 동향을 요약하고 있다.

① SMP 기반의 시스템들은 MPP 시스템들과는 달리 펜티엄, MIPS 등과 같은 상용 처리기를 사용 하는 경향을 보인다. 이는 SMP 기반의 시스템들 이 시스템의 성능이나 효율성보다는 호환성에 더 욱 큰 비중을 두고 있는 결과이다. 또한 2~3년마 다 상용 처리기의 성능이 두배로 증가하는 추세에 따라 상용 처리기의 성능 향상이 곧바로 이러한 상용 처리기를 탑재하고 있는 시스템의 성능 향상 으로 이어질 수 있는 장점이 있다.

② SMP 기반의 시스템에 탑재되는 운영체제는 대부분 UNIX 계열이며 SVR4.X에 기반을 두고 RAS(Reliability, Availability, Serviceability) 같 은 제품 고유의 부가 기능을 추가한 운영체제를 제공한다.

③ Oracle, Informix, Sybase 등 주요 병렬 DBMS 제품들이 모든 플랫폼에 대부분 탑재된다.

④ 대용량의 정보 저장을 위해 StorageWork, CLARiiON, SPARC Storage Array 등 각 회사의 고유한 저장 솔루션을 통하여 디스크 어레이를 지 원한다. 이러한 회사 고유의 고속 대용량 저장 솔 루션을 확보하려는 노력은 멀티미디어 정보화 사 회로의 발전에 따른 급속한 데이터 양의 증가와 맞물려 한층 강화되리라 예상된다.

⑤ 가격대 성능비에서 우위를 점하고 있는 SMP

1) NUMA 구조를 갖는 대규모 다중처리기 시스템은 흔히 MPP(Massively Parallel Processors) 시스템 이라고도 일컬 어진다.

기반의 제품들은 SMP 용 소프트웨어의 발전에 힘입어 메인프레임 급의 가용도를 보이며, 클러스터링 기법을 사용하여 확장성을 향상시킨다. 또한 DBMS 소프트웨어의 활용으로 UNIX 기종의 단점인 보안성을 B1 등급까지 높이고 있다.

이와 같이 SMP 시스템은 가용성과 확장성 면에서 많은 잇점이 있기 때문에 각 사이트에서 사용할 서버급 시스템으로 채택되고 있다. 그러나 현재 SMP 시스템의 가장 큰 단점은 처리기 개수의 증가에 따라 전체 시스템의 성능이 비례하여 증가하지 않는다는 점이다. 이는 처리기 개수의 증가에 따른 공유 버스 상의 과도한 트래픽 때문이다. 따라서 노드의 수가 어느 선을 넘어서면 노드의 첨가가 전체 시스템의 성능에 도움을 주지 못하는 상황이 발생하기 때문에 SMP 시스템에서는 장착 가능한 처리기의 수를 어느 정도로 제한하고 있는 실정이다. 또한 캐쉬의 일관성을 유지하기 위해 캐쉬 컨트롤러는 공유 버스나 상호연결망을 빈번히 사용하기 때문에 이로 인한 오버헤드가 캐쉬 사용으로 인해 얻을 수 있는 잇점을 상쇄해버리는 상황까지도 발생할 수 있다. 따라서 많은 수(수천 내지는 수만 개)의 처리기를 요구하는 MPP 시스템에서는 SMP 구조 보다는 NUMA 구조 같은 비대칭 구조를 갖는 구조를 채택하고 있다.

현재 상용화된 SMP 시스템은 여러 가지가 있으나 대표적인 것만 소개하면 다음과 같다.

- AT&T GIS 사의 3500 시리즈
- Bull S.A. 사의 Escala R201
- Data General 사의 AViiON 9500
- DEC 사의 AlphaServer 8400
- IBM 사의 RISC System/6000 SMP J30, R30
- Pyramid Technology 사의 MIServer ES 시리즈, Nile 시리즈
- Sequent 사의 Symmetry 2000, 5000 시리즈
- Silicon Graphics 사의 Challenge XL Server
- Sun 사의 SPARCservers 시리즈
- Unisys 사의 U6000/580, 620, 660

2. MPP 시스템

MPP 시스템이란 수천개 내지는 수만개 정도의 처리기들을 상호연결망에 의해 연결하여 태스크를 병렬로 처리하는 컴퓨터 시스템을 말한다. 이 MPP 시스템이 SMP 시스템과 다른 점은 MPP 시스템에서는 SMP 시스템에서 보다 확장성이 더욱 좋아야 한다는 것이다. 이를 위해 대부분의 MPP 시스템에서는 NUMA 구조를 채택하고 있다. NUMA 구조의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

- SMP 구조와 마찬가지로 각 노드들은 상호연결망으로 연결된다.
- 각 노드는 자신만의 로컬 메모리를 갖는다.
- 각 노드에 존재하는 로컬 메모리가 모여 전체적인 공유 메모리를 형성한다(분산 공유 메모리 구조)
- 각 노드에서 메모리를 한 번 참조하는 데에 드는 비용이 원격 메모리(다른 노드에 존재하는 메모리 영역)를 참조할 때 보다 로컬 메모리를 참조할 때 훨씬 작다(일반적으로 10:1 ~ 5:1).

이처럼 NUMA 구조는 메모리 참조의 비용이 참조하고자 하는 메모리 모듈의 위치에 따라 일정하지 않은 구조를 일컫는다. 그리고 만약 참조하고자 하는 데이터가 로컬 메모리에 존재할 경우에는 상호연결망이나 공유 버스를 거치지 않고도 참조할 수 있기 때문에 공유 버스나 상호연결망에 걸리는 부하를 상당량 감소시킬 수 있다.^[2] 또한 캐쉬 미스가 발생했을 때에도 미스를 유발한 데이터가 로컬 메모리에 존재할 경우 역시 공유 버스나 상호연결망을 거치지 않고 캐쉬 미스를 처리할 수 있다. 이처럼 NUMA 구조에서는 공유 버스나 상호연결망에 가해지는 부하가 SMP 시스템 보다 작기 때문에 확장성이 좋다고 할 수 있다.

그러나 NUMA 구조의 시스템에서는 처리기가 참조하려는 데이터가 로컬 메모리가 아닌 원격 메모리에 존재할 경우 SMP 시스템과 마찬가지로 공유 버스나 상호연결망을 거쳐야 한다. 또한 캐쉬 미

2) SMP 구조에서는 모든 메모리 참조가 공유 버스나 상호연결망을 거쳐서 이루어지기 때문에 공유 버스나 상호연결망에 가해지는 부하가 크다.

스 발생시 원하는 데이터가 원격 메모리에 존재하는 경우에도 마찬가지이다. 따라서 NUMA 구조의 성능은 각 처리기가 참조하는 데이터가 각 처리기의 로컬 메모리에 얼마나 많이 존재하느냐에 의존한다고 할 수 있다. 이 문제는 운영체제에서 지원해야할 “페이지 이주(migration) 또는 복사(replication) 정책”으로 요약할 수 있다. 즉, 운영체제는 각 처리기의 입장에서 그 처리기가 앞으로 자주 참조할 것이라고 예상되는 메모리 페이지들을 미리 해당 처리기의 로컬 메모리로 이주 또는 복사시킴으로써 가능한 원격 메모리 참조를 줄이고 로컬 메모리 참조의 횟수를 늘려야 한다.

그러나 현재 NUMA 구조를 갖는 MPP 시스템들이 국내외적으로 그다지 크게 주목 받지 못하는 것은 바로 대부분의 운영체제에서 우수한 페이지 이주 및 복사 정책을 지원하지 못하기 때문이다. 외국에서도 NUMA 구조의 시스템을 위한 운영체제는 아직 학술적인 연구 또는 프로토타입 구현 정도의 단계이며 상용화된 NUMA 시스템용 운영체제는 아직 출하되고 있지 않다.

현재 상용화되어 있는 MPP 시스템의 대표적인 것들을 예로 들면 다음과 같다.

- AT&T GIS의 3600
- IBM의 SP2
- Convex사의 Exemplar SPP(Scalable Parallel Processors)
- Kendall Square Research 사의 KSR1
- nCube사의 nCube-3
- Intel 사의 SPP(Scalable Parallel Processing) 시스템

III. 국내 현황

국내의 중대형 컴퓨터의 개발 기술 연구는 약 10여년 전부터 정부 주도로 이루어지기 시작하여 현재는 주전산기 II(약칭 TICOM)와 주전산기 III(약칭 HICOM)가 삼성 전자와 현대 전자에서 출하되고 있다. 주전산기 이외에 현재에는 통상산업

부 주관으로 서울대 컴퓨터 신기술 공동 연구소와 현대전자, 그리고 삼성 전자가 참여하는 대형 컴퓨터(enterprise server) 개발 연구가 진행되고 있다.

1. 주전산기

■ TICOM(주전산기II)

TICOM은 Motorola 68030 CPU를 기반으로한 SMP 시스템으로써 현재 현대, 삼성, 대우, 금성에서 출하 중이며 상당 수준의 성능과 안전성을 보이고 있다.

■ HICOM(주전산기III)

HICOM은 인텔 펜티엄 처리기를 기반으로 하고 있는 SMP 시스템으로써 현재 현대와 삼성 전자에서 출하되고 있으며, 계속적으로 성능 향상에 관한 연구가 진행 중에 있다.

2. 대형 컴퓨터

대형 컴퓨터 개발 연구는 통상산업부 주관으로 현재 현대 전자와 삼성 전자, 그리고 서울대 컴퓨터 신기술 공동 연구소가 공동으로 진행하고 있는 프로젝트로써 98년 말이 프로젝트 최종 기한이다. 이 프로젝트의 최종 목표는 SMP 구조를 갖는 각각의 노드들을 상호연결망으로 연결하여 MPP 시스템을 구축하는 것이다. 이를 위해 각 기관이 담당하고 있는 분야는 다음과 같다.

■ 현대전자 : Node 분야

■ 삼성전자 : 상호연결망 분야

■ 서울대 신기술 공동 연구소 : 위의 두 분야와 통신 분야등 전반적인 분야에 걸친 설계 기반 기술 연구

현재 총 3 차년도 연구 과제중 1차년도 연구가 완료된 상태이며 여기서 얻은 기반 기술 및 기존 시스템 사례 연구 결과를 이용해 2차년도('97년 9월 까지)에는 구체 설계를 할 계획이며, 3차년도('98년 9월)에는 실질적인 구현이 이루어질 전망이다.

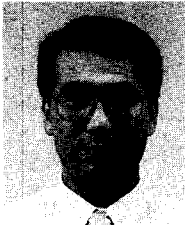
IV. 맺음말

지금까지 살펴본 바와 같이 국내외적으로 중대형 시스템에 대한 관심은 매우 높다고 할 수 있다. 과거에 그 어느누구가 현재 개인용 컴퓨터의 사양을 예상할 수 있었겠는가 하는 점을 생각해볼 때 중대형 시스템에 대한 연구와 투자는 필수적이라고 할 수 있다. 미래에 각 개인이 사용하는 컴퓨터 시스템의 사양이 현재의 중대형 컴퓨터 급이 될 것이라고 예상한다고 해도 전혀 무리가 없기 때문이다.

그러나 현재 우리의 기술로 만들어진 TICOM이나 HICOM의 경우는 가격대 성능비가 외국의 동급 시스템들 보다 다소 떨어지는 것이 사실이다.

한 대에 1억이 넘는 주전산기와, 성능은 비슷하면서도 2~3천만원이면 구입할 수 있는 외국의 서버급 시스템을 비교하면 당연히 경쟁력에서 뒤질 수 밖에 없는 것이다. 게다가 시장 개방으로 인해 주전산기의 판로도 기업의 입장에서는 보장받지 못하는 상황이 되었으므로 하루빨리 선진 기술을 도입하고 흡수하여 값싸고 안정적인 중대형 컴퓨터를 개발해야 한다. 그리고 시장 개방에 대응하여 국내 시장 만을 겨냥할 것이 아니라 전세계를 대상으로 판로를 개척해야 한다. 미래의 개인용 컴퓨터가 바로 중대형 컴퓨터라는 것을 생각할 때 이는 필수적인 연구 과제라고 할 수 있다.

저 자 소개



金壯宣

1957年 2月 24日生
 1982年 2月 한국과학기술원 석학학위 취득(이학석사)
 1995年 2月 한국과학기술원 박사학위 취득(공학박사)

- 1980年 1月~1985年 3月 삼성전자공업주식회사 종합연구소
- 1985年 4月~1988年 8月 (주)큐닉스 개발부 과장
- 1988年 9月~1990年 2月 (주)아라시스템 상무이사
- 1991年 9月~현재 한국과학기술원 인공지능연구센터 연구원
- 1995年 3月~1995年 6月 한국과학기술원 전산학과 대우교수
- 1992年 3月~현재 강의 경력 다수
- 1996年 9月~현재 현대전자산업주식회사 정보시스템 사업본부 개발부 부장

주관심 분야: 분산 공유메모리 다중처리를 위한 계층버스 구조