

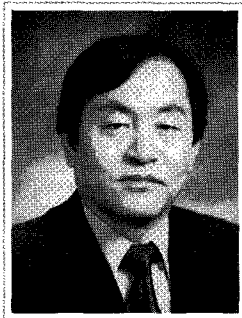


PC 클러스터 병렬 컴퓨터 시스템의 구축

- 대용량 계산 파워의 경제적 전산 시스템 -

조 남 진

한국과학기술원 원자력 및 양자공학과 교수



원자로 설계 : 거대 규모 계산 문제

새로운 형태의 원자로가 요구되면서 노심이 점점 복잡해지고 다양해짐에 따라 노심 설계에 필요한 컴퓨터 계산량이 더욱 많아지게 되었다. 이것은 다른 과학 기술 분야에서와 마찬가지로 거대 규모 계산 문제 (Large-Scale Computational Problems)의 중요한 예가 되었다.

원자로 노심 핵설계의 핵심인 중

성자 확산 또는 수송 계산의 알고리즘과 전산 코드 개발을 주로 연구하는 KAIST의 원자로해석 및 입자수송연구실은 지난 2000년 8월에 국가 지정 연구실(NRL, National Research Laboratory)로 선정되었다.

이 보고에서는 과학기술부의 국가 지정 연구실 사업의 재정 지원으로 최근 구축 완료한 65대의 PC로 구성된 클러스터 병렬 컴퓨터 시스템(KAIST*GALAXY)을 소개하고 앞으로 이와 비슷한 컴퓨터 시스템을 갖추고자 하는 사람들에게 필요한 정보를 제공하고자 한다.

이러한 시스템의 구축은 우리나라 원자력계에서는 KAIST GALAXY가 처음이다. 외국에서도 대학교의 원자력 관련 학과에서 이러한 규모의 컴퓨터 시스템이 구축된 곳은 아직 없는 것으로 파악된다.

65-PC 클러스터 KAIST*GALAXY 시스템

기존에 워크스테이션에 의존한 과학 계산은 오늘날 저렴한 가격에 고성능인 PC가 많이 사용되고 있으며 서버 분야에서도 리눅스를 사용한 PC 서버가 웹 서버·DB 서버·메일 서버·FTP 서버·PROXY 서버 등 전산 업무 환경에서 사용되어 탁월한 가격 대 성능비를 보여준다.

또한 과학 계산에 있어 리눅스는 단일 프로세서나 SMP(Symmetric Multi-Processors)에만 머물지 않고, 강력한 네트워킹을 통한 네트워킹 클러스터를 구축하여 슈퍼 컴퓨터 영역에 도전하고 있다.

리눅스 네트워크 클러스터의 한 형태인 Beowulf system은 1994년 NASA의 CESDIS (Center of Excellence in Space Data and Information Sciences)에서 16

node cluster를 리눅스와 표준 소프트웨어 패키지를 이용하여 개발되었고, 이런 바탕에는 그 당시 NASA에서 사용중인 CRAY의 임대 기간 종료와 더불어 새로운 병렬 처리용 슈퍼 컴퓨터 개발을 직접 해 보자는 분위기가 있었다.

이 때 리눅스 네트워크 드라이버의 개발이 CESDIS에 의해 주도적으로 이루어져 현재 널리 사용되고 있다.

본 연구실에서는 1997년 그 당시 사용되던 SUN Sparc 20와 HP C180 시스템으로는 실원들의 수치 계산량을 수용하기에 부족하여, 한 대의 듀얼 펜티엄II 300MHz 컴퓨터와 두 대의 싱글 펜티엄II 300MHz 컴퓨터로 리눅스 기반의 Beowulf system을 구축하였다.

그 후 KAIST 내의 backbone 네트워크의 속도가 향상되고, 시스템을 NFS를 통해 공유하며 네트워크를 통해 정보를 주고 받는다.

현재 가장 많이 사용되는 작업은 2001년에 본 연구실에서 개발한 수치 해석 기법인 2D/1D fusion 방법을 이용한 CRX-F 코드 사용이며, 이것은 3차원 비균질 전노심 수송 계산에 관한 연구이다. 이 작업은 상당한 계산 시간과 자원을 필요로 하여, 병렬 계산이 꼭 필요한 작업이다.

〈표〉 KAIST * GALAXY 시스템 제원

마스터 노드 (1)	Dual Intel Pentium III 1GHz CPU 512MB SDRAM 4 Network Interface Cards	18G/8G SCSI HDD 45G IDE HDD
계산 노드 (48)	Intel Pentium IV 2GHz CPU 512MB RDRAM 1 Network Interface Cards	No HDD
계산 노드 (16)	Intel Pentium IV 2.8GHz CPU 1024MB RDRAM 1 Network Interface Cards	No HDD
네트워크 장비 (2)	1 BayStack 450-24T (24 port) 1 FOUNDRY FASTIRON 4802 (48 port)	
소프트웨어	DQS (큐잉 시스템) DISLIN (그래픽 라이브러리) MPICH (병렬 계산 라이브러리) PVM (병렬 계산 라이브러리) GNU c/c++/f77 ABSOFTE Fortran	Redhat Linux 6.2 (OS)

분야에서 최대 규모이다.

각 노드들은 플로피디스크로 시동되고 마스터 컴퓨터의 파일 시스템을 NFS를 통해 공유하며 네트워크를 통해 정보를 주고 받는다.

이 밖에 몬테칼로 시뮬레이션 코드 등에도 사용되고, 그 밖에 병렬 계산 알고리즘 및 수치 계산의 가속

방법을 개발 검증하는 데 사용되고 있다.

맺는 말

기존의 대용량 계산들은 대부분 고가의 전산 장비에서 수행되었다. 그러나 이런 고가의 전산 장비들은 성능의 증가보다는 가격의 증가폭이 훨씬 크고, 기본 세트 외에 추가 설치 등이 까다로워, 현재는 가격대 성능비가 좋은 PC에서도 상당 부분의 계산이 수행되고 있다.

본 보고에서 간략히 기술한 PC 클러스터 시스템은 저렴한 가격으로 고가의 전산 장비보다도 대용량 계산 파워를 낼 수 있는 최신 경향



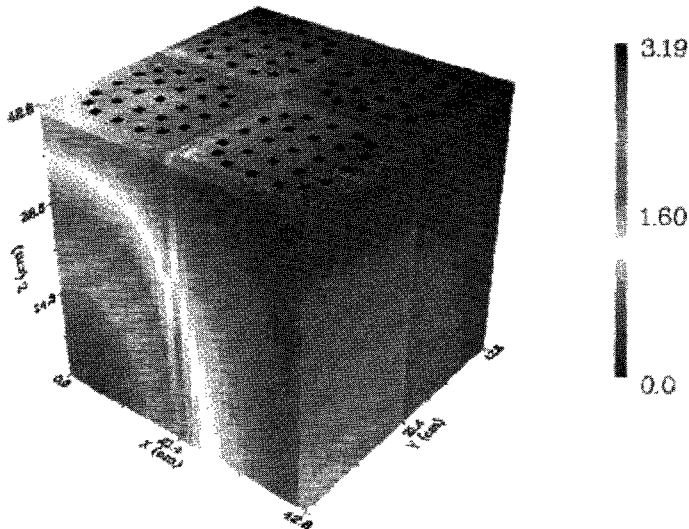
〈그림 1〉 KAIST * GALAXY System(65개의 PC 클러스터)

의 전산 시스템이다.

이러한 클러스터 전산 시스템은 현재의 mainframe 컴퓨터 성능을 훨씬 능가할 수 있으며, 미래의 컴퓨터 시스템의 성능을 미리 예상할 수 있게 한다.

이런 종류의 전산 시스템은 원자로 노심 설계 해석 분야뿐만 아니라, 열수력·방사선 수송 등 여러 분야에서의 거대 규모 계산에서 큰 역할을 할 것이다.

이와 관련하여 정보를 필요로 하는 분들은 KAIST 원자로해석 및 입자수송 연구실 홈페이지 (<http://nurapt.kaist.ac.kr/galaxy>)를 참조하면 좋을 것이다. ☞



〈그림 2〉 CRX 코드에 의한 3차원 전노심 수송 계산 결과(3차원 노심 출력 분포)