

메타 컴퓨팅 기술

김 태 우[†]

◆ 목 차 ◆

- | | |
|----------------|-------------|
| 1 서 론 | 3 메타 컴퓨팅 사례 |
| 2 메타 컴퓨팅 요소 기술 | 4 결 론 |

1. 서 론

최근 고성능 컴퓨팅 분야와 초고속 네트워크 분야에서의 급속한 발전으로 인하여 이들을 이용한 어플리케이션의 질적, 양적인 요구가 날로 증대되고 있으며, 이러한 요구를 충족시켜 주기 위해서는 정보의 위치, 형태, 량, 시간적 제한에 관계없는 서비스가 제공되어야 한다. 또한 분산되어 있는 컴퓨터 및 워크스테이션 등과 같은 이기종 고성능 컴퓨팅 자원들을 연계 활용하여 거대 과제나 국가적 과제등의 대규모 타스크들을 신속하고 효율적으로 처리할 수 있는 기술의 개발이 필요하다. 본 고에서는 각 국가에서 추진되고 있는 이기종 컴퓨팅과 메타 컴퓨팅 프로젝트등의 기술 동향에 대하여 살펴본다. 이기종 컴퓨팅과 메타 컴퓨팅의 목적은 이기종 컴퓨팅 환경에서 사용하기 쉽고, 호환성이 뛰어난 프로그램을 개발하며, 효율적으로 작업을 처리하기 위함이다.

이들 컴퓨팅 기법간의 차이점으로는 이기종 컴퓨팅은 LAN으로 구성된 컴퓨팅 환경에서 수행되고, 반면 메타 컴퓨팅은 WAN 환경에서 수행된다는 점이다.

본 고에서는 메타 컴퓨팅 요소 기술과 함께 메타 컴퓨팅 틀을 개발하는 Paderbone 대학의 프로젝트, 미국 Virginia 대학의 Legion 시스템 프로젝트, 이탈리아의 WAMM, 미국 에너지성의 WANE 등 연구 동향에 대하여 살펴본다.

2. 메타 컴퓨팅 요소 기술

메타 컴퓨팅 기술에서 공통적으로 요구되는 기술은 사용자 응용 프로그램을 지원할 수 있는 기술, 컴퓨팅 환경 관리 기술, 작업 스케줄링과 할당 기술, 구성 관리 기술, 자원의 동적 할당과 같은 여러 가지 기술이 필요하다. 사용자 응용 프로그램을 지원하기 위해서는 배취(batch) 작업 및 대화식 작업 처리와 함께 이들 입력된 작업을 관리할 수 있는 기술이 필요하며, 병렬 처리 틀인 PVM(Parallel Virtual Machine), MPI(Messge Passing

[†] 징희원 : 성공회대학교 정보통신학과 조교수

Interface), HPF(High-Performance FORTRAN), 그리고 처리된 결과를 가시화 할 수 있는 기법 등이 필요하다. 컴퓨팅 환경을 지원하기 위한 기술은 이기종 플랫폼과 이기종 운영 체제를 모두 포함 할 수 있어야 하며, 새로운 기종과 AFS(Andrew File System), DCE(Distributed Computing Environment)의 파일 시스템과 같은 하드웨어와 소프트웨어등 새로운 장치를 추가하고 관리할 수 있는 기술이 요구된다.

또한 시스템 내에 입력된 작업을 디스패칭하고 시스템의 부하와 이용 가능한 자원에 따라 작업을 관리하는 기법이 필요하며, 작업의 특성에 따라 여러 형태로 작업의 진행 상황을 체크 할 수 있는 기법, 작업을 모니터링하고 다시 스케줄링 하는 기법, 작업을 중지시키고 다시 시작시키는 기법 등 작업의 스케줄링과 할당 과정을 자동적으로 수행할 수 있는 기법이 필요하다.

그리고 모든 시스템 자원들을 자유롭게 액세스 할 수 있는지 여부, 생성된 프로세스 관리, 작업에 할당되는 자원 관리, 사용자 JCL(Job Control Language) 제공 여부, 사용자 GUI(Graphic User Interface) 제공 여부등의 구성 관리 기술이 요구된다. 이외에도 사용자 작업이 수행되는 동안 시스템의 구성을 변경하거나 동적으로 자원을 할당하고, 자원의 보호를 위한 기술등이 필요하다.

3. 메타 컴퓨팅 사례

3.1 Paderborn 메타 컴퓨팅 툴 박스

독일의 Paderborn 대학[3]에서는 산업체에서 필요로 하는 커다란 응용 업무나 국가적 거대 과제 등을 수행하기 위하여 메타 컴퓨팅 프로젝트를 진행하고 있으며, 이 프로젝트는 워크스테이션 뿐만 아니라 벡터 슈퍼 컴퓨터나 병렬 슈퍼 컴퓨터와 같은 고성능 컴퓨터가 서로 연결된 이기종

컴퓨팅 환경에서의 컴퓨팅에 대한 기법 연구를 수행하고 있다. 따라서 이 프로젝트에서는 여러 형태의 DB 시스템, RAID 시스템, 응용 프로그램, 그리고 가시화 장비를 효율적으로 활용하기 위한 연구를 수행하고 있으며, 이를 위해 Paderborn 메타 컴퓨팅 툴 박스(Metacomputing toolbox) 프로젝트에서는 다음과 같은 부분들을 연구한다.

- ① 인터넷 액세스를 지원하는 GUI(Graphical User Interface)
- ② 이기종 환경에서의 HAS(Homogeneous Access System)
- ③ 스케줄러, 성능 예측기(Performance Predictor)와 서비스의 계층 구조형 매핑(Hierarchical request mapper)등과 같은 분산 자원 관리(Distributed resource manager)
- ④ 병렬 프로그래밍 환경과 멀티 프로토콜 개발
- ⑤ 적응력있는 타스크 이주 시스템

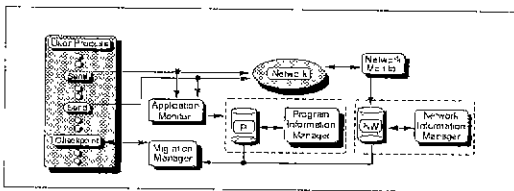
상기와 같은 연구를 수행하기 위하여 Paderborn 메타 컴퓨팅 툴 박스 개발 프로젝트는 MARS(Metacomputing Adaptive Runtime System), PLUS(Program Linkage by Universal Software-interface), CCS(Computing Center Software)와 같은 서브 프로젝트를 두어 체계적인 연구를 수행하고 있다.

MARS는 전체적인 작업 실행 시간을 향상시키기 위해 메타 컴퓨팅 응용 프로그램들을 동적으로 재 매핑하는 것을 지원하는 런타임(runtime) 시스템 개발을 하기 위한 프로젝트이며, PLUS는 FORTRAN과 MPI 사이의 통신과 같이 상이한 언어 사이에 투명한 통신 메카니즘을 개발하기 위한 프로젝트이다. CCS는 하드웨어와 런타임 환경에 독립적인 프로그래밍 환경을 제공하고 병렬 컴퓨터의 프로세서 풀을 투명하게 액세스함으로써 사용자가 이기종 환경임을 인식하지 않고 시스템을 사용할 수 있게 하는 시스템 관리 소프트웨어를 개발하는 프로젝트이다.

메타 컴퓨팅 톨 박스 개발 프로젝트의 MARS, PLUS, CCS 서브 프로젝트의 상세 내용은 다음과 같다.

1) MARS

메타 컴퓨팅 환경에서 병렬 어플리케이션을 수행시킬 때, 각 컴퓨터 시스템들은 각각 성능이 다르고, 또한 이들 컴퓨터 시스템들을 연결하는 네트워크의 성능이 각각 다르며, 메타 컴퓨팅 응용들은 비교적 오랜 시간동안 수행되는 프로그램들이므로 메타 컴퓨터의 하드웨어들은 어플리케이션들이 수행되는 동안 변경될 수 있다는 특징을 갖고 있다. MARS[1]는 이러한 문제들을 해결하기 위해 만들어졌으며, MARS는 응용 프로그램의 전반적인 실행 시간을 줄이기 위하여 병렬 어플리케이션들을 동적으로 재 매핑 하도록 하기 위한 메타 컴퓨터 런타임 시스템이다. MARS에서 프로그램은 한번 이상 수행되도록 작성되었고, 그래서 프로세스의 이주를 결정할 때 전에 수행되지 않았던 프로그램들은 절대로 프로세스 이주를 결정하지 않는다는 개념하에서 동작되며, MARS 시스템은 어플리케이션들이 동작되는 동안 어플리케이션들의 동작 상태와 컴퓨터 시스템과 네트워크의 동작 상태에 대한 정보를 저장하여, 두 번째 어플리케이션이 다시 수행될 때 저장된 정보를 이용하여 작업 이주를 결정하게 된다.



(그림 1) MARS 시스템 아키텍처

MARS 시스템의 구성은 (그림 1)과 같으며, (그림 1)에서 MARS 시스템은 사용자 프로세스가 수행될 때, 사용자 프로그램을 모니터링하여 프로

램 실행 정보와 저장된 네트워크 정보를 이용하여 프로그램을 어떻게 이주할 것인지를 결정한다. 그러므로 MARS 시스템은 의존성 그래프와 같은 어플리케이션 수행 정보와 네트워크 시스템 정보를 이용하여 CPU와 네트워크의 성능을 가장 효율적으로 발휘할 수 있게 해주는 성능 예측기 역할을 한다.

2) PLUS

메타 컴퓨팅이 사용되는 이유는 네트워크로 연결된 각 시스템이 각각 다르기 때문이며, 각 응용 프로그램들은 각 특성에 따라 가장 알맞는 컴퓨터 아키텍처가 존재한다는 것이다. 즉, 수치 계산을 많이 하는 프로그램들은 병렬 컴퓨터에서 가장 효율적으로 수행되나 그래픽 디스플레이와 같은 부분들은 다른 형태의 컴퓨터가 더 적절하다.

따라서 여러 가지 다른 종류의 컴퓨터들이 서로 협동하여 효율적으로 수행하기 위해서는 통상 다른 형태의 언어로 작성된 프로그램들을 지원해야 한다. 예로써 벡터 컴퓨터의 FORTRAN90과 병렬 컴퓨터의 MPI등과 같이 통신 메카니즘이 필요하게 된다.

PLUS 시스템은 이와 같이 다른 언어 사이의 투명한 통신 메카니즘을 제공하는 시스템이며, FORTRAN90과 MPI가 서로 투명하게 통신을 수행할 수 있도록 해준다. 또한, PLUS 시스템은 전체 시스템의 성능을 향상시키기위해 아주 작은 모듈로 작성되어 있으며, PLUS 시스템의 특성을 요약하면 다음과 같다.

- ① 거의 모든 종류의 MIMD 프로그래밍 환경들 사이에 투명한 통신 메카니즘 제공
- ② 자원 관리 시스템에 대해 유연한 인터페이스 제공
- ③ 새로운 PLUS 모듈은 부하가 증가될 때 자동적으로 수행되며, 이와 같은 과정은 사용자에게 보이지 않음

3) CCS

CCS는 고성능 병렬 컴퓨팅 시스템을 관리하기 위한 분산 관리 시스템이며, 이는 병렬 컴퓨터의 자원 풀(pool)을 투명하게 액세스함으로써 사용자가 이기종 컴퓨팅 환경을 인식하지 못하게 하는 컴퓨팅 환경을 제공한다. CCS는 관리되는 호스트 시스템의 프론트 엔드 시스템으로 동작하며, 여러 개의 에이전트가 존재하여 성능을 높이도록 설계되었다.

CCS는 고성능 컴퓨터 시스템들의 응용 프로그램들이 하드웨어에 대한 독립성과 실행 환경에 독립되도록 설계되었으며, 다음과 같은 특징을 갖고 있다.

- ① 어플리케이션들이 출력을 잃어버리지 않고 통신 선로가 끊어진 후에도 계속 동작
- ② 시스템을 커다란 하나의 가상적인 컴퓨터로 인식하고 사용 가능
- ③ 단지 하나의 인터페이스 만이 존재하여 사용자는 이러한 공통의 인터페이스를 사용하여 메타 컴퓨터 내의 모든 컴퓨터 시스템을 액세스할 수 있음
- ④ 배취 작업 처리기 기능 제공
- ⑤ 최적화 스케줄링
- ⑥ 배취 작업은 지정된 시간을 가지고 실행 가능
- ⑦ 자원의 예약 관리 기능
- ⑧ 각 기종의 아키텍처에 대해 요청 처리(request placement)를 최적화하기 위해 요청을 기초로 한 시스템을 구성할 수 있도록 하는 기능 제공
- ⑨ 이기종 단말기 지원
- ⑩ 단일의 구성 파일(configuration file)을 제공하여 유지 보수 용이
- ⑪ 사용자와 시스템의 동작을 추적하는 로그 파일 유지
- ⑫ 계정 관리 및 시스템 유지 보수를 위한 로

그 파일 유지

3.2 Legion 시스템

Legion 시스템은 미국 Virginia 대학에서 개발된 메타 시스템[5]이며, 이는 NII(National Information Infrastructure) 프로젝트에 기초한 미국 국가 차원의 메타 시스템이고, 고속의 컴퓨터 네트워크를 이용하여 지리적으로 멀리 떨어진 여러가지 컴퓨터들을 가상적인 하나의 컴퓨터로 사용할 수 있게 하는 시스템이다. Legion 시스템은 워크스테이션, 벡터 슈퍼 컴퓨터, 병렬 슈퍼 컴퓨터, LAN, 그리고 WAN 등으로 구성된 환경에서 자원 이용을 향상으로 생산성을 증가시키며, 현재 해결할 수 없는 문제들을 해결하기 위해 제안된 메타 시스템이다.

Legion 시스템의 상세 목적은 여러 가지 형태의 컴퓨터를 임의의 사용자가 단일의 인터페이스를 이용하여 컴퓨터 시스템을 액세스할 수 있게 하며, 여러 지역의 사용자에게 협동 작업을 가능하게 하고, 사용자가 여러 사람이 사용하고 있다는 사실을 모르고도 시스템을 사용할 수 있게 하기 위함이다. Legion 시스템은 사용자가 응용 프로그램을 수행할 때 프로세서에 응용 프로그램의 각 요소들을 투명하게 스케줄링 해주며, 데이터의 전송과 변환을 관리하고 응용 프로그램의 수행 시간을 줄이기 위해 응용 프로그램의 각 요소들 사이의 동기화 통신을 관리하고, 프로세서의 장애와 데이터 위치에 대한 마스킹(masking)을 한다.

Legion 시스템은 궁극적으로 컴퓨터 하드웨어의 아키텍처와 네트워크 차이, 그리고 소프트웨어의 차이를 극복하기 위해 설계되었으며, 시스템을 디자인할 때의 문제점으로는 운영체제를 바꾸게 되면 이미 작성된 응용 프로그램을 다시 작성해야 된다는 것과 네트워크의 자원과 프로토콜이 이미 주어져 있다는 가정하에 개발되었다는

것이다. Legion 시스템은 다음과 같은 특성을 가지고 있다.

1) 병렬 처리를 이용한 고성능 컴퓨팅

Legion 시스템을 제안한 목적은 고성능 컴퓨팅 환경을 구축하는 것이며, legion 시스템에서는 다른 사이트에 있는 이용 가능한 더 빠른 컴퓨터를 사용하거나 응용 프로그램을 분할하여 여러 컴퓨터에 병렬로 수행하는 방법을 이용하여 응용 프로그램의 고성능 컴퓨팅을 처리하게 된다. Legion 시스템에서는 이와 같이 고성능 컴퓨팅을 수행하지만 응용 프로그램이 모두 곧바로 병렬 처리되지 않기 때문에 다음과 같은 세가지 방법을 사용하여 응용 프로그램을 병렬 처리하여 수행 시간을 최소화하며, 응용 프로그램을 재컴파일하지 않는 자원의 투명성(transparency)을 제공한다.

- ① PVM, P4와 같은 라이브러리와 Express, Linda 와 같은 제품들과 모두 호환성있게 설계되었으므로, 프로그래머는 자신에게 가장 적합한 통신 API를 이용하여 응용 프로그램을 병렬 처리할 수 있도록 프로그램을 수정할 수 있다.
- ② HPF Fortran, Data Parallel C, C*, C++, Ada 등 여러 가지 언어에서 손쉽게 사용할 수 있도록 Legion 시스템에서는 런타임 라이브러리를 제공하며, 특히 MPL(Mental Program Language)을 사용하여 응용 프로그램을 손쉽게 작성하도록 하였고, 여기서 MPL은 C++의 확장된 개념의 Legion 시스템에서 제공되는 언어이다.
- ③ NQS(Network Queueing System)나 DQS(Distributed Queueing System)과 같이 병렬 셀이며, 데이터 종속성이 없을 때 응용 프로그램을 병렬 처리하고, 데이터 종속성이 있을 때는 다른 응용 프로그램에서 사용

하도록 잠정적인 출력 파일을 생성하여 준다.

2) 이기종 컴퓨터의 관리

Legion 시스템에서의 이질성(heterogeneity)에는 하드웨어의 이질성과 소프트웨어의 이질성이 있다. 하드웨어 이질성은 다른 프로세서 타입, 다른 명령어 세트, 다른 레지터 표현 방법 및 할당 등으로 인하여 야기되며, 주로 고려되는 것은 효율성이다. 따라서 클럭의 주기와 메모리 크기, 스왑 공간, floating point 처리 속도, 프로세서 타입등에 따라 스케줄링에 큰 영향을 끼치게 되며, legion 시스템에서는 하드웨어 이질성을 마스킹하기 위한 관리 기능을 제공한다. 소프트웨어 이질성으로는 호스트 운영 체제의 차이, 프로세스 지원의 차이, IPC(Inter Process Communication)의 차이, 컴파일러의 차이로 인하여 야기되며, 이들의 이질성을 극복하기 위해 legion 시스템에서는 Mental 시스템을 개발하였다.

3) 복수 프로그래밍 언어 지원 및 언어간 통신 지원

Legion 시스템에서는 C, Ada, Fortran과 같은 전형적인 프로그램 언어를 모두 지원하고 여러 가지 형태의 병렬 처리 언어를 지원한다. 따라서 Legion 시스템에서 여러 언어의 지원과 언어간 상호 호환성은 래피(wrapper) 객체 생성 방법, 프로그래밍 인터페이스를 이용하여 지원한다.

4) 협동작업 지원

NII의 제일 큰 목적은 협동 작업이다. 현재 E-mail이나 다른 여러 가지 틀이 많이 존재하나, 논문 작성의 동시 작업, 동시에 쓰거나 지우는 공개 첩판등 동시에 협동하여 작업하기에는 어려운 문제들이 많이 있다. Legion 시스템은 이와 같이 동시에 수정이 가능한 협동 작업 지원 틀을 목적으로 개발된 시스템은 아니나, 이 시스템을

사용하면 협동 작업이 가능하다. 즉 Legion 시스템에서는 동기화 통신, 공통 이름 공간 사용, 위치 투명성등을 지원하여 상기와 같은 분산 환경에서의 동시 협동 작업 툴을 개발할 예정이다.

5) 자원 관리

legion 시스템에서의 자원은 CPU 사이클, 디스크, 메모리, 파일, 통신채널등과 같은 것들이 있으며, 궁극적으로 프로세스와 데이터의 할당 문제로 귀착된다. CPU와 같은 자원 관리는 스케줄링 문제이며, 이 문제는 NP-hard 문제이고 경험적(heuristic) 방법을 사용하여 해결한다. Legion 시스템에서의 스케줄링은 수행 시간을 줄이기 위함이며, 프로세서 선택, 선택된 프로세서 사이의 데이터를 분배, 통신 시간을 최소화하는 프로세서에 태스크를 할당 등과 같은 3 단계로 이루어진다.

6) 파일과 데이터 액세스

파일과 데이터 액세스 방식은 legion 시스템에서 가장 중요하게 다루어진 문제중의 하나이며, 기존의 NFS(Network File System), AFS(Andrew File System), locus등이 갖고 있는 파일 시스템이 거대해졌을 경우의 문제를 해결하기 위하여 Legion 시스템에서는 FFS(Federated File System)와 FDB(Federated DB)를 사용한다. Legion에서 제공되는 파일 시스템은 유일한 네이밍 체계, 단일의 액세스 방식, 위치 투명성, 장애 투명성, 복제 투명성등을 제공하며, 현재 ELFS(Extensible File System) 파일 시스템이라 부르는 파일 시스템을 제공한다. ELFS 시스템은 I/O 오버래핑으로 비동기 입출력이 가능하도록 설계되었으며, 프로그램에서 파일이 필요하기 전에 먼저 갖고 와서 입출력하여 잠재 시간(latency)을 없애는 기능을 제공한다. 또한 ELFS는 자동적으로 데이터 포맷을 변환하도록 설계되었으며, 궁극적으로 고속 I/O 파일 시스템을 목표로 계속 연구가 진행되고 있다.

7) 장애

Legion과 같이 커다란 시스템에서는 여러 가지 요소들이 서로 연결되어 있으므로 동적 재구성이 중요한 문제로 대두된다. Legion 시스템에서는 시스템 자체의 장애와 사용자 프로그램의 장애를 고려한 관리를 하며, 소프트웨어의 장애와 비잔틴 장애[2, 6]는 고려하지 않고, 단순 장애만 고려하여 설계되었다. Legion 시스템에서는 하나의 호스트 시스템이 다운되면 자동적으로 현재의 구성도로부터 다운된 호스트를 제거하고 호스트가 다시 가동될 때, 자동적으로 시스템 구성을 복구하게 되도록 설계되어 있다.

8) 보안

Legion 시스템에서는 각 태스크들이 최소의 특권을 가지고 수행되며, 다른 호스트에는 객체에 대한 정보를 저장할 수 없도록 설계되었다. 또한 서버나 서비스의 요청이 타당한지를 검증하기 위해 암호화된 인증 프로토콜을 사용하며, 데이터 변형을 검증하기 위해 디지털 사인을 사용하도록 설계되었다.

9) 고성능 통신 프로토콜

Legion에서 트랜스포트 계층의 프로토콜로는 XTP(Xpress Transfer Protocol)을 사용하고, 네트워크 계층 프로토콜로는 IP(Internet Protocol)를 사용한다.

3.3 WANE

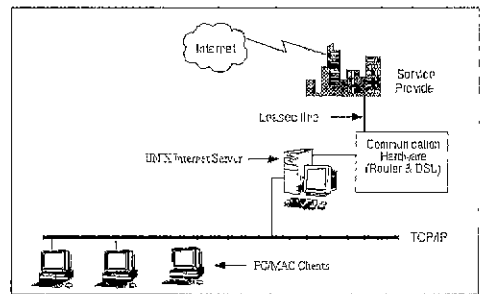
WANE(Wide Area Networked Environment)[7]은 미국 에너지성의 지원으로 SCRI(Supercomputer Computations Research Institute)에서 개발된 메타 시스템이며, 이 시스템은 커다란 규모의 장애 투명한 컴퓨팅 시스템이다. WANE 시스템은 고성능 병렬 처리 장애에 견딜 수 있는 컴퓨팅을 위해 개발되었으며, 사용자가 커다란 단일의 시스템에서 사용하는 것처럼 시스템을 사용할 수 있

도록 하기 위해 기존의 여러 가지 소프트웨어 패키지를 설치하여 운영하는 시스템이다.

WANE 시스템에 포함된 주요 소프트웨어들은 작업 스케줄링을 위한 DQS, DB 액세스를 위한 PostGrea, X윈도우 프로그래밍 개발 툴인 Tcl/Tk, 그리고 인터넷 정보 서비스 툴인 Mosaic /WWW/Gopher등이 있다. WANE 시스템은 클라이언트/서버 구조로 구성되어 있으며, 여기서 클라이언트는 여러 플랫폼에서 인터넷을 사용할 수 있도록 설계되어 있고, WANE 시스템의 특징은 다음과 같다.

- ① 단순히 서버의 옵션을 선택하는 것에 의해 메뉴를 첨가하거나 수정하는 것이 용이하여 시스템의 설정이나 유지 보수가 용이하다.
- ② SLIP, PPP, Dial-in등의 옵션을 선택하여 인터넷을 액세스하는 방법을 여러 형태로 선택할 수 있다.
- ③ UNIX, DOS, OS/2, Windows 95, VMS등 여러 가지 형태의 플랫폼을 액세스할 수 있는 ASCII나 X윈도우 단말기를 지원한다.
- ④ WANE 시스템 내에 포함되는 각 요소들이 모듈 형태로 개발되어서 시스템의 크기가 증가하여도 성능이 떨어지지 않으며, 쉽게 구성할 수 있다.
- ⑤ 백업하는 서버와 여분의 서버를 두어 장애에 신속하게 대처하며, 사용자는 시스템 내의 장애를 인식하지 않고 자신의 프로그램을 실행시킬 수 있다.
- ⑥ 확장된 ACL(Access Control List)를 이용하여 데이터, 자원의 할당, 각종의 서비스들의 액세스를 제안하여 각 사용자의 프라이버시를 유지한다.
- ⑦ 각 서비스에 대해 사용량을 측정하거나 사용료를 부과하는 회계 관리가 가능하도록 한다.

이와 같은 특성을 가지고 있는 WANE 시스템은 인터넷을 이용하여 모든 가상 도서관을 액세스할 수 있는 LUIS 시스템 DQS등의 여러 서비스를 제공한다. 이러한 WANE 시스템은 클라이언트/서버 구조로 서비스를 제공하며 각 클라이언트와 서버의 기능을 살펴보면 다음과 같다.



(그림 2) 전형적인 WANE 시스템 구성

1) 서버

전형적인 WANE 시스템의 구성은 (그림 2)와 같이 구성되며, TCP/IP를 이용하여 연결된 네트워크 환경에서 여러 가지 컴퓨터나 PC에 서비스를 제공한다. WANE 시스템 서버에는 WANEDB, WANEMDB, WANEEXEC, WANEMENN, 유틸리티 등이 포함되어 있으며, WANEDB는 시스템 내의 데이터 베이스를 관리하는 드라이버 소프트웨어이다.

시스템에서 사용되는 데이터 베이스는 사용자 계정을 관리하는 데이터 베이스가 있으며, WANEDB 시스템을 사용하여 WANE 시스템의 사용자를 관리한다. WANEMDB는 WANE 시스템 전체를 관리하기 위한 매니저이며, 이 시스템 매니저는 시스템을 관리하기 위해 각 호스트에 설치된 매니저의 도메인 영역을 제한하고, 이들 매니저를 계층 구조로 관리하도록 한다. 여기서 도메인은 여러 사용자를 관리하기 위해 단순히 그룹핑한

논리적인 그룹이며, 각 그룹에 속해있는 사용자들은 자신의 그룹 매니저에 의해 관리되고, 각 매니저는 시스템 매니저와의 통신과 다른 매니저와의 통신을 통하여 시스템을 관리한다.

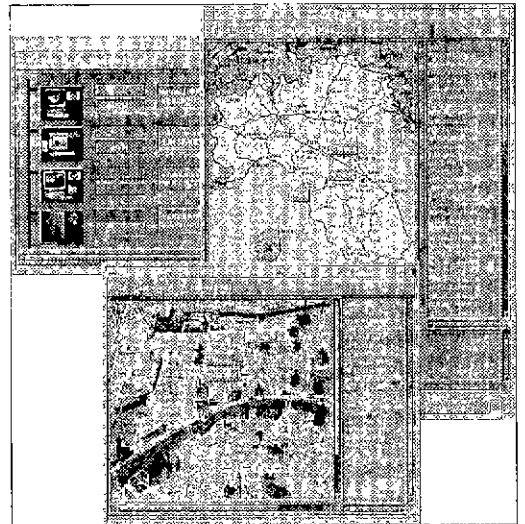
WANEEEXEC는 시스템의 실행 엔티티이며, 전체 사용자의 액세스를 관리한다. WANEMENN는 고퍼(gopher)와 비슷한 사용자 셸과 같이 사용되며 TTY를 기반으로 한 메뉴 시스템의 역할을 하며, 유틸리티들로서는 시스템에서 제공되는 것과 같이 Login, FTP와 TFTP 데몬, SU, POP Mail 데몬, http 데몬, 서버에 다이얼-업등의 역할을 수행한다. 이와 같이 구성된 서버는 다음과 같은 기능을 제공한다.

- ① 사용자 프로세스와 시스템 내의 자원을 보호하기 위한 확장된 사용자 액세스 제어 기능
 - ② 시스템 내의 컴퓨터와 구성 요소들의 효율적 관리를 위한 계층 구조적 관리 레벨 제공
 - ③ 확장성을 고려한 복수 도메인 정의 기능
 - ④ 사용자가 사용하기 쉬운 그래픽 인터페이스 제공
 - ⑤ 리눅스와 같은 무료의 운영 체제 분배 기능
 - ⑥ 메일 허브 기능, WWW 서버, 인터넷 연결 툴 소프트웨어 제공
 - ⑦ 텍스트, 오디오, 비디오 통신등의 기능
- 2) 클라이언트

WANE 시스템의 클라이언트는 각 사용자 측의 컴퓨터에 설치되며, 클라이언트 소프트웨어에 포함되는 기능으로서는 모뎀이나 LAN을 통하여 시스템에 연결하는 소프트웨어로써 PPP, SLIP등이 있다. 또한 매킨토시나, MS-DOS, Windows 95 및 NT, OS/2등 UNIX를 비롯한 여러 가지 형태의 운영체제하에서 동작되며, WWW 브라우저, E-mail, 인터넷 뉴스 리더, HTML 에디터등의 기능을 포함하고 있다.

3.4 WAMM

WAMM(Wide Area Metacomputing Manager) 시스템[4]은 이탈리아의 피사를 비롯한 각 지역에 있는 연구소와 대학들에 설치된 컴퓨터 시스템들을 보다 효율적으로 사용하기 위해 이탈리아 국립연구소에서 개발된 PVM을 이용한 그래픽 사용자 인터페이스 시스템이다. WAMM에 포함된 연구소는 Bologna의 CINCECA (Interuniversity Consortium of Northeast Italy for Automatic Comp), Sardinia의 CRS4(Centre for Advanced Studies Research and Development), 로마의 CASPUR (University and Research Consortium for Supercomputing Applications), 피사의 CNUCE(Institute of the italian National Research Council)등이 있다.



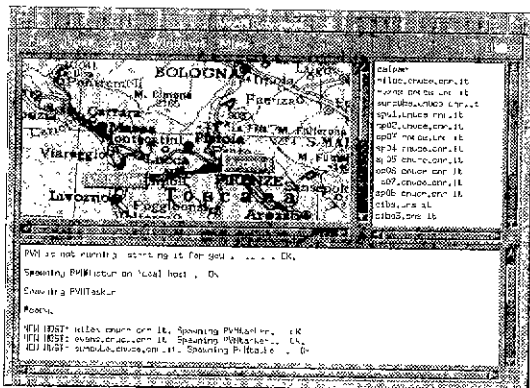
(그림 3) WAMM 시스템

WAMM 시스템은 C 언어를 비롯하여, PVM, OSF/Motif, 픽셀 맵을 작성하는 xpm 등의 라이브러리를 이용하여 개발되었으며, 사용자가 WAMM 그래픽 윈도우에서 자신의 응용 프로그램에 대한 수행하기 원하는 호스트를 선택하면 자동적으로

수행되는 시스템이다.

(그림 3)은 WAMM 시스템에서 사용되는 GUI 들이고, (그림 3)의 왼쪽 위의 화면은 WAN 환경을 관리하는 윈도우이고, 아래의 화면은 MAN 환경을 관리하는 윈도우이며, 오른쪽 윈도우는 LAN을 관리하는 윈도우이다. 각 윈도우에서 사용자는 자신이 사용하고자 하는 파일, 호스트, C 컴파일러와 같은 응용 프로그램을 선택하고, 이에 따라 WAMM 시스템은 사용자 프로그램을 수행하게 된다.

WAMM 시스템에서 사용자 프로그램의 수행 과정은 먼저 작성된 사용자 프로그램의 소스 코드들이 선택된 각 호스트로 전송되며, 이 전송된 코드들은 각 노드에서 컴파일된 후 수행된다. 만약 컴파일시 에러가 발생되면 WAMM 시스템은 메시지 출력 창을 통하여 에러 메시지를 디스플레이며, 사용자는 이 메시지에 따라 소스 코드를 수정하고 상기 언급된 과정을 다시 반복하게 된다.



(그림 4) WAMM의 WAN 윈도우

WAMM 시스템에서 제공되는 기능은 명령어의 리모트 실행, 리모트 컴파일등과 함께 각 컴퓨터 노드들을 아이콘을 사용하여 구성할 수

있는 기능을 제공한다. 구성 화일에서 각 호스트 컴퓨터를 정의하는 속성들은 IP 주소, 아이콘의 표시 방법, 컴퓨터 아키텍처 및 기종, PVM 옵션, 리모트로 수행되는 명령어등을 정의하며, WAMM 시스템에서는 이와 같이 작성된 구성 화일을 사용하여 자동적으로 (그림 4)와 같은 윈도우를 생성하게 된다. (그림 4)는 WAMM 시스템의 WAN 윈도우이며, 구성 화일의 맵에 따라 상단에 이탈리아 지도에 대한 윈도우가 그려지며, 구성 화일에 정의된 호스트들은 이 윈도우에 시각형 아이콘으로 표시된다. 이 메뉴를 사용하여 사용자는 호스트에 PVM을 설치 또는 제거가 가능하며, 각 호스트의 상태 체크, 리모트 컴파일링 등을 수행할 수 있다.

(그림 4)의 아래에 있는 윈도우에는 WAMM에서 출력하는 모든 메시지가 디스플레이되며, 이 메시지에 따라 시스템의 상태, 프로그램의 진행 상황을 알 수 있다. WAMM 시스템에서 사용자 프로그램의 컴파일은 먼저 여러 개의 소스 화일이 tar 명령어를 사용하여 하나의 파일로 만들어지며, 이 파일은 압축 명령어를 사용하여 압축된다.

그 후 프로그램을 컴파일하는 PVMMaker 타스크가 각 컴퓨터에 생성되며, PVMMaker는 새로운 디렉토리를 생성한 후 압축된 파일을 풀고 make 명령어를 수행하게 된다. 이와 같은 과정들은 모두 WAMM 시스템에서 자동적으로 수행되며, 작업의 진행 상황은 (그림 4)의 메시지 윈도우로 출력된다.

이와 같이 수행되는 WAMM 시스템은 다음과 같은 특성을 갖고 있다

- ① 사용의 용이성
- ② 프로그래밍 인터페이스와 리모트 컴퓨터에 대한 정보를 제공하며, 사용자는 이들 정보

를 이용하여 손쉽게 프로그래밍할 수 있다.

- ③ 용이한 시스템 통합 관리 기능
- ④ PVM 콘솔에 의한 프로세스 관리 기능
- ⑤ GUI를 통한 리모트 명령어 처리 기능
- ⑥ GUI를 이용한 리모트 컴파일 및 진행 상황 체크 기능
- ⑦ 구성의 용이성

4. 결 론

90년대의 우리 국가 환경을 살펴보면 사회가 점점 복잡해지고 그 변화 속도 또한 빨라지고 있으며, 이로 인해 파생되는 정보가 국민 생활이나 사회, 경제 분야에서 차지하는 비중이 날로 커지고 있다. 특히 정보 통신 분야와 컴퓨터 분야의 급속한 발전은 이를 이용한 서비스의 질적, 양적인 성장을 촉진했으며, 사용자들의 요구 또한 더욱 더 복잡해지고 많은 데이터와 계산을 요구하는 방향으로 변화되고 있다.

이러한 서비스와 사용자 요구 혹은 사회 유지를 위해 필요한 컴퓨터의 이용 분야들 중 금형/기계/금속 등의 산업 분야와 신약 개발이나 기상/지진 예보, 물가/주식 동향 예측등 대 국민 파급 효과가 큰 문제들은 그 정보 처리량과 계산 시간이 방대하며, 문제에 따라서 현존하는 컴퓨터로는 그 계산의 작은 부분만을 처리할 수 있다는 점을 큰 특징으로 가지고 있다.

이에 대한 해결책으로 제시된 것이 메타 컴퓨팅(Meta Computing) 기법이며, 이 기법은 이러한 대규모 문제를 문제의 크기와 컴퓨터의 위치 여부에 관계없이 처리하기 위해 문제를 자동으로 여러 컴퓨터에 분할/분산/병렬 처리하도록 하는 정보 처리 분야의 주요 기반 기술이다.

미국의 경우 국가 정보 하부 구조(NII: National Information Infrastructure) 구축을 위해 HPCC(High

Performance Computing and Communication) 프로젝트를 추진하고 있으며, 이 HPCC 프로젝트는 '96년 약 \$11억을 투자하여 21세기 세계 경제를 주도하기 위한 사업으로 추진되고 있다. 특히 보다 방대한 컴퓨팅 파워를 제공하기 위해 2000년도 완성을 목표로 1992년도부터 메타 센터 구축을 추진하고 있다.

우리나라도 선진국 진입을 앞당기고 정보화 사회의 조기 실현을 위해 정보 통신 분야의 기술, 특히 메타 컴퓨팅 기술의 확보가 절실히 필요하며, 메타 컴퓨팅 기술을 활용하여 국내 여러 컴퓨터 센터를 연결하는 메타 센터를 구축하여 국내외 상황 변화에 민감하게 대처하고, 국민 복지 증진에 기여하여야 한다.

참고문헌

- [1] A. Reinefeld et. al., "MARS-A framework for minimizing the job execution time in a metacomputing environment, "International conference on FGCS, spring 1996.
- [2] Danny Dolcv, "The byzantine generals strike again, "Journal of algorithms, vol 3, p.p. 14 - 30, 1982.
- [3] Friedhelm Ramme, Thomas Romke, "The computing center software a step towards meta-computing, "Technical Report, PC²/TP-007-94, Mar. 1994.
- [4] Gianluca Faieta, "WAMM overview, "http://miles. cnuce.cnr.it/pp/ov-eng/index.html, Sep. 1995.
- [5] John F. Karpovich, "Support for Object Placement in Wide Area Heterogeneous Distributed Systems," University of Virginia, Technical Report CS-96-03, Jan 1996.

- [6] Leslie Lamport, Robert Shostak, Marshall Pease,
"The byzantine generals problems, "ACM TX
on PL and systems, Vol 4, No 3, p.p. 382 -
401, Jul. 1982.
- [7] Wane, "Wide Area Networked Environment,
"http://www-wane.scri.fsu.edu/waneinfo/intro.html,
Aug. 1995.



김 태 우

1984년 인하대학교 전자공학과 (공학사)
 1991년 인하대학교 전자계산학과 (공학석사)
 1996년 고려대학교 컴퓨터학과 (이학박사)

1984년-1986년 (주)LG전자 컴퓨터사업부 사원
 1986년-1997년 시스템공학연구소 선임연구원
 1997년-현재 성공회대학교 정보통신학과 조교수
 관심분야 : 컴퓨터 통신, 분산 시스템, 이기종 컴퓨팅,
 메타컴퓨팅

SOFT EXPO '97 개최

1. 일 시

전시회 '97 12. 10 ~ 12. 14 (5일간)
 컨퍼런스 12. 9 ~ 12. 12 (4일간)
 전 야 제 12. 9 (15:00)
 폐 막 식 12. 14 (17:00)

2. 장 소

전 시 관 : 여의도 중소기업 종합전시장
 컨퍼런스 : 여의도 중소기업회관
 국제회의장, 세미나장

3. 추진기관

주 최 : 정보통신부
 후 원 : 정보통신부 유관기관

4. 문 의

전화 : (02)583-6532, 3472-8683

※ 회원여러분의 많은 참석을 바라며 자세한 사항은
 학회지 게시판을 참조바랍니다.