

효율적인 Grid 자원관리를 위한 8 기관 모델

김동근^o 이춘길 박용진
한양대학교 네트워크 컴퓨팅 연구실
{tkkim^o,cglee,park}@nclab.hanyang.ac.kr

8 Organs Model for Advanced Resource Management in the Grid

Tong-Keun Kim^o, Chun-Gil Lee, Yong-Jin Park
Network Computing Laboratory of Hanyang University

요 약

그리드 자원 관리는 지리적 분산과 이 기종 컴퓨팅 자원의 활용 그리고 인터넷 웹 환경에 주안점을 두고 설계되어야 한다. 이를 위해서 기존 부분기능 위주의 모델을 포괄하면서도 전체적인 상호 협력 동작에 기반한 3개 기본요소와 8기관의 그리드 자원 관리 모델을 제시한다. 이를 통해 전체적인 관점에서 그리드 자원관리를 평가할 수 있는 G값을 살펴보고, G값을 기준으로 하여 최적의 그리드 자원관리 방안을 모델링 한다.

1. 서 론

서로 연결된 컴퓨터 간에 발생하는 것들은 기본적으로 무언가를 요청하는 것들과 이 요청을 받아들여 수행하는 것들의 끊임없는 결과물들이다. 또한 결과물은 요청과 회신의 집합체로 네트워크라는 통로를 통해 진행되고 만들어진다. 여기서 요청하는 것들을 요청자, 수행하는 것들을 수행자, 네트워크를 통한 결과물들을 요청과회신이라고 정의한다.

그리드 역시 이와 같은 요청자, 수행자, 요청과회신의 3가지 기본 요소를 갖고 있다. 웹 상에 연결된 수많은 컴퓨팅 자원들을 이어서 원하는 작업을 수행하려면 각각의 자원들을 독립된 개체이면서 상호 협력할 수 있는 모델로 정의되어야 한다. 그리고 이와 같은 3개의 기본 구성 요소는 이를 구성하는 8개의 기관을 갖추어야 이를 기동으로 하여 동작과 운용을 할 수 있게 된다.

이와 같은 전체적인 관점에서 기존 그리드 자원관리 모델들과 부분기능들을 살펴보고, 이들이 8기관과 어떻게 연계되는지 살펴 보겠다. 나아가 8기관을 중심으로 하여 효율적인 그리드 자원관리 방안을 제시한다.

2. 그리드 컴퓨팅 자원관리

2.1 그리드 자원관리 구조 모델

그리드 컴퓨팅은 분산된 컴퓨팅 자원을 통합하고 공유할 수 있도록 하는 데 초점을 맞추고 있고, 이를 위한 어플리케이션들의 혁신과 고효율 컴퓨팅을 지향한다.[1][2]

자원소유자를 기준으로 한 그리드 자원관리 구조 모델들은 3가지로 나누어 볼 수 있다.[2][3]

첫째는 계층 모델(Hierarchical Model)로 Global부분

과 Local부분간에 자원과 Scheduling을 계층적으로 나누어 관리하는 방식이다. Globus, Legion, Apples, NetSolve, Ninf 등이 있다. [2][3]

둘째는 추상적 소유자 모델(Abstract Owner Model)로 추상화된 소유자(Owner)에게 자원분배와 함께 작업(Job)처리를 요청하고 결과물을 돌려 받는 방식이다. P2P형식이 대표적이다. [2][3]

셋째는 시장 모델(Market Model)로 시장에서 물건을 구매하듯이 경제적 상황에 따라 자원을 구매하는 방식이다. GRACE, Nimrod/G, JavaMarket, Mariposa 등이 있다.[2][3]

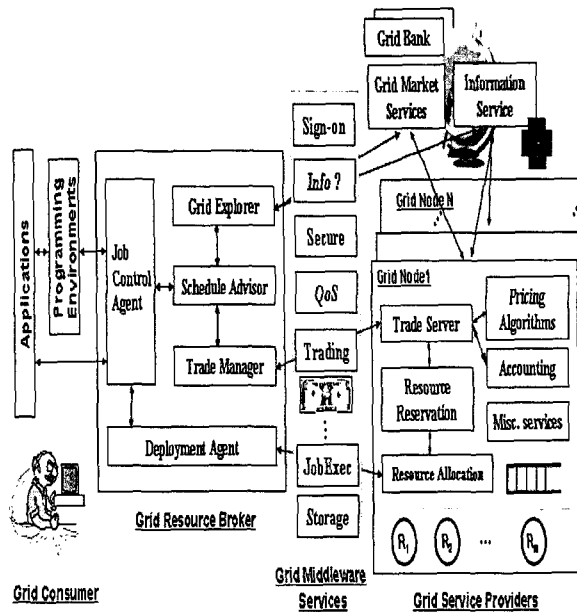
이와 같은 구조 모델들은 요청자와 자원을 소유하고 있는 수행자간의 관계가 계층적인 구조를 갖고 있는지, 대등한 Peer와 Peer로서의 관계를 갖는지, 아니면 자원을 팔고 사는 관계의 구조를 갖고 있는지를 기준으로 나눈 모델이다. 대부분의 그리드 미들웨어들은 계층 모델과 시장 모델에 기반을 두고 있다.

2.2 그리드 자원관리 구성요소

그리드 자원관리 시스템은 자원의 발견, 자원의 할당, 작업의 실행, 수행되는 작업에 대한 모니터링, 계산 결과 수집, QoS(Quality of Service)등 여러 기능을 정의하고 구현한다.[4][5]

자원관리를 위한 구성요소를 도식화하면 [그림 1]과 같다. 작업 제어 에이전트(Job control Agent)는 사용자가 수행시킨 작업에 대해 일종의 프록시 역할을 하며 작업의 제출, 실행중인 작업에 대한 제어, 결과의 반환 등을 한다. 슈퍼 스케줄러는 사용자가 요구하는 작업에 대해 세부 작업으로 나누고 자원 탐색기가 발견한 자원에 따라 스케줄링을 수행한다. 자원 탐색기는 작업의 스펙에

맞는 자원을 찾아내고, 가용한 자원의 세부 정보를 슈퍼 스케줄러에게 넘겨 준다. 정보 서비스는 자원에 대한 위치, 종류, 사용률 등의 작업 수행에 필요한 모든 정보를 자원으로부터 수집해서 유지한다. 예약 에이전트는 슈퍼 스케줄러의 스케줄에 따라 자원을 예약한다. 이는 즉시 할당 예약 방식과 선 예약 방식이 있다. 즉시 할당은 모든 자원의 예약이 끝나는 즉시 작업 수행이 시작되는 방식이다. 선 예약 방식은 자원을 사용할 시점을 약속하고 사전에 모든 자원을 예약해 둬서 QoS를 구현하는 방식이다. 모니터는 각 사이트에서 수행중인 작업의 상태를 작업 제어 에이전트에 보고하는 일을 하며 작업제어 에이전트로부터 작업 종료 명령 등 작업 관리에 대한 명령을 받아 수행한다. 지역자원관리자는 각 사이트에서 자원을 관리하는 역할을 담당한다. 자원에 대한 사용 요청이 들어오면 요청에 대한 인증 단계를 거친 후 받은 작업을 수행하기 위해 프로세서를 생성한다.[4][5]



[그림 1] GRACE 그리드 시스템 동작 개요도 [6]

이와 같은 부분기능 중심의 결합모델은 전체적이고 근본적인 그리드 동작의 동력을 설명하기에 어려운 면이 있으나 각 부분의 기능과 연결을 설명하는 데는 유리하다.

3. 그리드의 3개 기본요소와 8기관

3.1 그리드의 3개 기본요소

그리드 작업 수행은 그 작업이 준비되고 계획되는 부분과 그 작업이 실제로 수행되는 부분간의 상호작용으로 볼 수 있다. 이와 같이 계획과 수행이라는 상호작용이 바로 그리드를 동작시키는 핵심 동력인자이다. 본 고에서는 이를 중심으로 하여 그리드 자원관리 모델을 제시한다. 서론에서 정의 하였듯이 준비하는 부분을 요청자, 실제 수행하는 부분을 수행자 그리고 요청자와 수행자간의 상호작용의 결과물로 요청과회신으로 정의하고 이를 그

리드의 3개 기본요소라 한다.

요청자(Requester)는 작업 수행을 계획하는 시작점으로 사용자(User)로부터 작업(Job)을 접수하고 실행 가능한 자원들을 찾아 수행자에게 작업을 요청한다.

수행자(Practicer)는 요청에 호응하여 물리적인 작업 수행을 하고 그 결과를 회신한다.

요청과회신(Request and Answer)은 요청자와 수행자 사이에서 이루어 지는 요청하는 것과 결과를 회신하는 것이다. 이는 요청자와 수행자간의 상호작용으로 네트워크, 요청자, 수행자 등의 상대에 영향을 받는다.

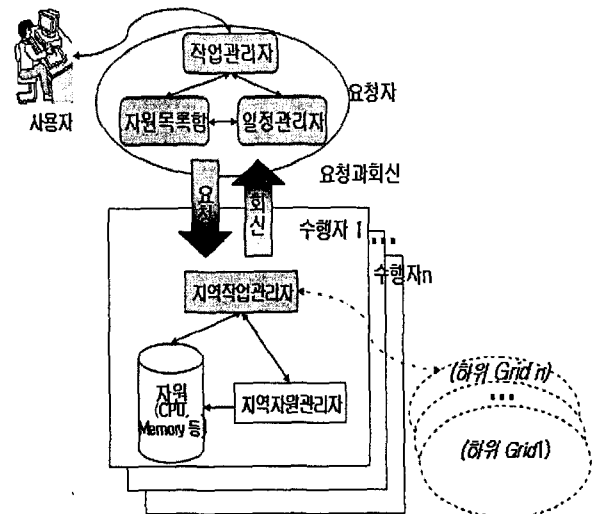
이를 Globus, Nimrod/G등의 미들웨어 기능과 비교하면 [표 1]과 같다

기본요소	미들웨어 기능
요청자	작업제어, 슈퍼 스케줄러, 자원탐색기, 자원정보서비스, 예약에이전트, 모니터링,
요청과회신	작업수행할당, 작업결과 회신, 네트워크
수행자	지역자원관리자, 게이트키퍼, 자원(CPU, Memory, HDD등)

[표 1] 3개 기본요소와 미들웨어 기능 비교

3.2 그리드의 8기관

요청자, 수행자, 요청과회신의 그리드 3요소가 서로 상호작용을 하면서 동작을 하기 위해서 이들은 구체적인 8개의 기관을 갖추어야 된다. 이는 [그림 1]과 같다.



[그림 2] 그리드 3개 기본요소와 8기관의 개요도

요청자는 작업관리자(Job Controller), 자원목록함(Resource List), 일정관리자(Scheduler)로 구성된다. 작업관리자는 사용자의 작업 요청 접수, 작업과 자원목록의 맵핑, 실행중인 작업에 대한 제어, 결과의 반환, 작업 수행 모니터링 등을 담당한다. 자원목록함은 실제의 자원과 작업을 맵핑 할 수 있도록 실제자원을 가상으로 표시하여 준다. 이는 자원의 위치와 상태에 대한 정보를 수집하고

유지 및 제공과 같은 자원의 발견과 관리를 담당한다. 일정 관리자는 수행해야 될 작업들을 스케줄링의 전략에 따라 순서를 정하고, 정해진 순서에 따라 작업을 수행자에게 요청한다.

요청과 회신에서 요청은 스케줄러의 예약이 끝난 후 작업을 실제로 각 자원이 위치한 사이트로 옮겨 수행 기관에서 작업을 수행하도록 넘겨 주는 것이고, 회신은 수행자가 수행한 결과를 돌려주거나 수행중인 정보를 작업 관리자에게 알려준다.

수행자는 지역작업관리자, 지역자원관리자, 자원으로 구성된다. 지역작업관리자는 요청자로부터 요청 받은 작업에 대한 인증을 거쳐 프로세스를 생성과 자원 할당을 지역자원관리자에게 통보한다. 또한 다른 Grid 시스템을 그 하부에 두고 작업을 요청할 수 있다. 지역자원관리자는 수행자의 자원관리와 스케줄링 통해 작업을 물리적인 자원에 할당하여 실질적인 수행하도록 한다.

3.3 그리드 3개 기본요소의 수학적 모델링

최적의 그리드 자원관리 상태는 수행자의 유휴 자원을 100% 점유하는 것이 아니라, 요청자와 수행자 그리고 요청과회신이 가장 밀접하게 이어지는 상태이다. 유휴 컴퓨팅 자원의 그리드 시스템 구축의 통해 얻을 수 있는 이득을 G(Grid value)라 하고 요청자의 현재상태 값을 R(Requester value), 수행자의 현재상태 값을 P(Practicer value), 요청과회신의 현재상태 값을 C(Communicate value of request and answer)라 하고 이를 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$G = \min\{R, P, C\}$$

$$R = \min\{\text{작업관리자, 일정관리자, 작업목록함}\}$$

$$P = \min\{\text{지역작업관리자, 지역자원관리자, 자원}\}$$

$$C = \min\{\text{요청, 회신}\}$$

해당 그리드 시스템의 상태 값 G는 R, P, C값 중에서 최소가 되는 값에 의하여 결정된다. 즉 어느 한 부분 성능이 아무리 뛰어나도 최대 성능은 최소값에 의해 결정된다.

여기서 R, P, C값의 기준은 해당 그리드 시스템의 목적과 전략에 따라 조정될 수 있다. 수행자와 하부 그리드 시스템이 많아 질수록 그리드 시스템내의 복잡도가 증가 되고 상대적으로 C값은 낮아질 확률은 높아진다. 그러므로 일정한 전략에 따라 수행자를 제외시키는 방안을 강구해야 한다. 반면에 연결되는 수행자가 적을수록 G값을 높여가야 용이하다.

최적의 그리드 자원관리를 위한 시스템의 구성은 3개 기본요소의 성능을 함께 향상시키고 이들간의 상호 연결성이 원활할 때만 가능하다.

4. 결론

기존 부분기능을 통합하여 전체시스템을 구성하는 그리드 자원관리 모델들은 부분기능 향상에 집중하므로 전체적이고 근본적인 동력을 활용하기 어려운 면이 있다.

반면에 전체적인 관점에서 보는 그리드 자원관리 모델은 그리드 동작의 근본 동력인 요청자와 수행자를 반영할 수 있고, 이들의 상호작용인 요청과회신을 함께 고려하여 3개의 기본요소와 8기관을 정의할 수 있다. 이는 고정된 기능의 관점이 아니라 역동적으로 변화되는 요청자와 수행자의 관계를 가지고 그리드의 자원관리를 할 수 있는 방안을 제시해 준다.

그리드 컴퓨팅에서 자원관리를 최적화한다는 것은 그리드 이득 값 G를 최적화 하는 것으로, 요청자, 수행자, 요청과회신의 성능향상과 이들 상호간의 긴밀한 연동을 통해 이루어 진다.

5. 향후 과제

G값을 최적화 하기 위해서 8기관은 구체적으로 어떻게 상호 연동되어야 하는지, 끊임없이 변화되는 수행자 자원의 상태에 대해서 어느 기준으로 수행자 자원을 선택해야 하는지 연구해야 한다.

참고문헌

- [1] I. Foster, C. Kesselman, S. Tuecke. : *The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations*. International J. Supercomputer Applications, pp(1)15(3), 2001
- [2] Rajkumar Buyya, Steve Chapin, and David DiNucci : *Architectural Models for Resource Management in the Grid*. Grid Computing GRID 2000. First IEEE/ACM International Workshop Bangalore, India, December 2000 pp(20-33) (2000)
- [3] Chan-Hyun Youn, *Resource Management and Scheduling in Grid*, pp(8-13)May 24, 2002
- [4] 함세균 : *무한자원의 꿈, 그리드 자원관리*. 마이크로소프트 2002년7월호 pp(228-233)
- [5] Rajkumar Buyya, *Economic-based Distributed Resource Management and Scheduling for Grid Computing*, Doctor of Philosophy, pp(9-47) April 12, 2002
- [6]Rajkumar Buyya, *Nimrod-G and GridSim Toolkits for Service Oriented Grid Computing*, pp(26)2002 Summer Grid Forum Korea