

## 로컬 2단계 브로커를 이용한 그리드 자원 할당 시스템 구현 및 설계

김경수, 이관옥, 김법균, 황호전, 안동언,  
정성중,\*두길수, \*\*장행진  
전북대, \*서남대, \*\*KISTI  
전화 : 063-270-2412 / 핸드폰 : 016-9855-7839

### Design and Implementation of Grid Resource Allocation System Using the local two-level Broker

Kyong Su kim, Kwan Ok Lee, Beob Kyun Kim  
Ho Jeon Hwang, Dong un Ann, Sung Jong Chung, Gil Su Doo, Haeng Jin Jang  
Dept. of Computer Engineering, Chonbuk National University  
E-mail : boarder@duan.chonbuk.ac.kr

#### Abstract

A grid computing environment is one in which applications can be built over multiple resource nodes at widespread geographic locations. Grid environments seek to integrate and enable access to widely distributed compute resources. The compute resources in a grid environment are typically heterogeneous, with varying quality and availability. Hence, how computations are allocated to individual resources is extremely important in the design of a grid. This paper is concerned with resource management for metacomputing. We describe a resource management architecture using the two-level resource broker.

#### I. 서론

급속한 인터넷의 보편화와 단일 컴퓨터에서는 수행할 수 없는 고성능의 어플리케이션들은 새로운 컴퓨팅 환경을 요구하고 있다. 그리드는 경제적, 지리적 여건의 한계를 넘어서 분산된 이기종 컴퓨팅 자원, 대용량

스토리지, 가시화 장비 및 각종 고성능 연구 장비들을 서로 연결시켜 하나의 가상컴퓨터처럼 동작하는 환경을 말한다. 따라서 구축된 그리드 환경에서 End User는 자원의 위치, 용량, 성능 등에 관여하지 않고 작업을 수행하고 결과를 얻을 수 있다. 1995년 슈퍼컴퓨팅 컨퍼런스를 기점으로 미국, 유럽, 일본 등에서 활발한 연구가 진행되고 있으며 국내에서도 국가 전체를 묶는 그리드 환경을 구축하기 위한 연구가 진행중이다. 현재 그리드는 BT, ET, NT 등과의 연계를 통한 연구가 이루어지고 있다.

본 논문은 각 슈퍼컴퓨터를 연결한 그리드 환경에서 로컬 사용자가 어플리케이션을 실행하기 위해 필요한 자원을 확보하기 위한 메타컴퓨팅 아키텍처를 설계하였다. 그리드 환경에 분산된 유휴 컴퓨팅 자원의 최신 정보 서비스와 2 단계 자원중계 브로커들을 통해 사용자의 어플리케이션을 실행하기에 적합한 컴퓨팅 자원을 선정하고 할당함으로써 각 사용자는 자신의 어플리케이션을 지리적인 요소를 포함하는 여러 제약에도 불구하고 최상의 상태로 실행할 수 있게 했다. 특히 기존의 Broker가 제공하지 못했던 통합적인 자원 관리와 효율적인 job의 monitoring 위해서 각 단계를 두어서 더욱 특화된 Broker를 만들었다. 먼저 1 단계 브로커인 ASB (Applicaton Specific Resource Broker)

를 이용하여 어플리케이션에 특화된 자원을 할당 및 분배했으며, 둘째로 2단계 브로커인 GRB(Global Resource Broker)를 이용하여 자원의 통합 및 관리를 제공했으며 사용자의 편의를 제공하기 위해 GUI 환경 인터페이스를 적용하여 통하여 보다 User-friendly 한 Grid 환경을 제공했다.

## II. 기본 기술

그리드는 차세대 인터넷의 표준으로 예상되는 중요한 기술이다. 그리드 환경을 구축하기 위해서는 필요한 기술로 어카운팅 시스템과 자원 할당 시스템을 들 수 있다. 어카운팅 시스템은 그리드 환경의 사용자가 모든 시스템에 대한 접근 권한을 가지고 있지 않으면서도 각 시스템에서 허용하는 범위 내의 자원에 접근하기 위해 필요한 기술이고 자원 할당 시스템은 접근이 허용되는 자원 중 사용자의 작업에 필요한 자원을 선정하여 사용자에게 할당하는 기술이다.

본 논문에서는 어카운팅 서비스가 지원되는 환경에서 각 사용자에게 필요한 자원을 확보/제공하는 아키텍처를 Globus Toolkit을 기반으로 설계하였다. 사용자가 그리드 환경에 접근하여 어플리케이션을 실행하고자 할 때 거치는 과정을 아래 그림1로 표현하였다.

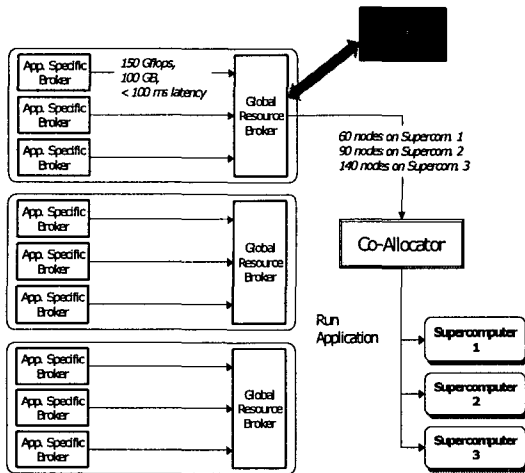


그림 1 그리드 환경에 접근하여 어플리케이션을 실행하고자 할 때 거치는 과정

그리드 환경에 참여하는 각 시스템에는 어플리케이션을 위한 ASB(Application Specific Broker)와 전체 그리드 환경의 자원을 담당하는 GRB(Global Resource Broker)가 설치된다.

ASB(Application Specific Broker)는 어플리케이션을 실행하기 위해 필요한 자원을 RSL(Resource Specification Language)로 표현하여 Global Resource Broker로 전달하고 Global Resource Broker는 요구된 자원 정보를 실제 그리드 환경에 있는 자원으로 바꾸어 RSL표현으로 Co-Allocator에게 전달한다. 이 때 실제 그리드 환경에서 제공할 수 있는 자원 목록은 그리드 환경내 모든 자원에 대한 최신 정보를 유지하는 MDS(Metacomputing Directory Service)를 통해 얻는다. 정보를 유지하는 GRB(Global Resource Broker)에게서 컴퓨팅 자원 리스트를 전달받은 Co-Allocator는 실제 각 로컬 시스템에게 사용자의 작업을 분할한다. GRAM을 통해 작업을 전달하여 Local 작업 스케줄러에 의해서 작업을 적절히 할당하여 작업을 수행한다.

## III. 기본적인 Grid 자원 관리구조

아래의 그림2는 기본적으로 Globus에서 제공되는 자원 관리 구조를 보여주고 있다. Globus의 구성요소는 자원 중계자(Broker),동시 할당자(Co-allocator), 지역자원관리자(Local Resource manager)로 이루어져있다.

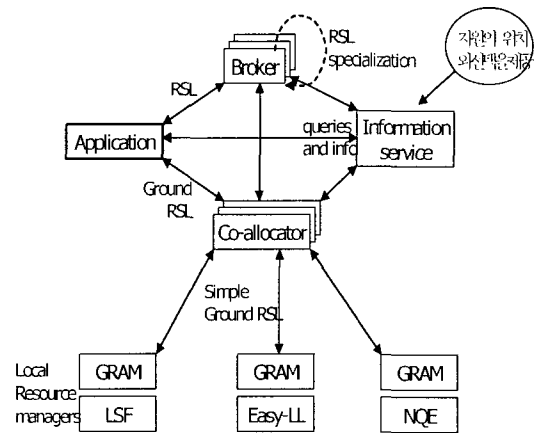


그림 2 기본적인 Grid 자원 관리 구조

전체적인 작업 요청의 흐름을 간단히 살펴보면 각 로컬의 응용 프로그램에서의 자원 요청은 중계자에게 전달이 되고, 각 응용 프로그램에 특화된 중계자는 정보서비스(Information Service)를 참고하여 자원요청을 세분화시킨다. 이렇게 세분화된 정보는 동시 할당자(Co-allocator)에게 보내지고 각 동시 할당자는 자원요청에 명시된 지역 자원 관리자(Local Resource manager)에게 전달한다. 지역 자원 관리자는 요청 받은 자원에 대해서 프로세스를 생성하고 그에 해당하는

job handler를 반환함으로써 작업을 수행한다.

#### IV. 로컬 2단계 브로커의 구현

그림3 은 그림 2의 기본적인 Grid 자원 관리 구조를 변형하여 나타낸 그림이다. 기본적인 생각은 각각의 특성에 맞게 2단계 브로커를 두어 효율적인 자원의 관리와 모니터링을 하자는 생각이다. 구체적으로 살펴보면 먼저 로컬 1단계 브로커인 ASB (Application Specific Resource Broker)를 이용하여 어플리케이션에 특화된 자원을 할당 및 분배했으며, 둘째로 로컬 2단계 브로커인 GRB(Global Resource Broker)를 이용하여 자원의 통합 및 관리를 제공했으며 사용자의 편의를 제공하기 위해 GUI 환경 인터페이스를 적용하여 통하여 보다 User-friendly 한 Grid 환경을 제공했다.

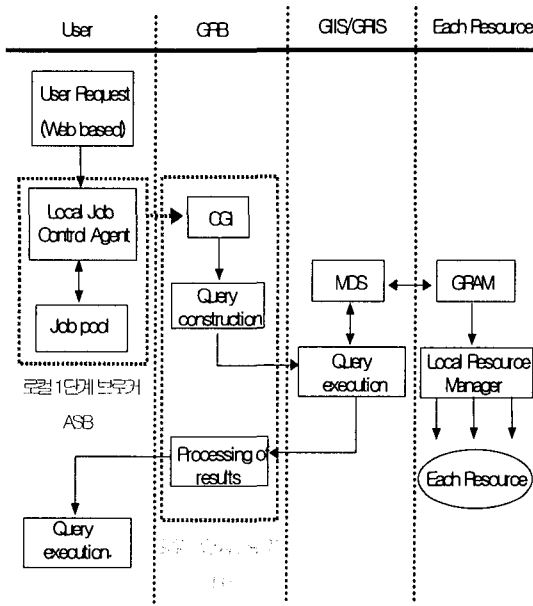


그림 3 로컬 2단계 브로커의 구현

작업의 수행 절차를 살펴보면은 먼저 사용자가 Web based 기반의 환경을 이용하여 로그인이 이루어지고 사용자 인증이 끝나면 지역 작업 조절 에이전트(Local Job Control Agent)를 통하여 작업의 특성을 파악하여 적절한 자원을 RSL(Resource Specification Language)를 통하여 구체적으로 명세 한다. 즉 로컬 1단계 브로커의 역할을 지역 작업 조절 에이전트를 이용하여 구현했다. 명세화된 작업들은 로컬 2단계 브로커GRB(Global Resource Broker)에게 전달이 된다. 각

정보들은 CGI(Comon Gateway Interface)를 통하여 전송이 되며 각 정보는 Query construction을 통하여 각 자원의 명세를 세분화한다. 세분화한 정보는 GIIS(Grid Index Information Service)와 GRIS(Grid Resource Information Service)를 통하여 각 자원의 리스트를 파악한 후에 동시 할당자(Co-Allocator)에게 명세를 전달하게 된다. 이제 Co-Allocator에서는 각 세부명세들을 규격화하여 가장 적절하게 정해놓은 자원이 있는 로컬의 환경에 작업을 넘겨 주게된다. 그러면 각 로컬에 있는 Gatekeeper에서 GSI(Globus Security Interface)를 통하여 Authentication를 거친후 Local Resource Manager로 작업을 넘겨주고 Local Resource Manager는 각 작업들을 process를 생성하여 작업을 실행한다.

작업이 실행된 후에는 그림 4 와 같이 로컬 2단계 브로커를 통하여 각 작업의 상태정보 즉 작업의 수행 상태파악, 작업의 수행정도, 각 노드들의 트래픽의 량, 작업이 이루어진 URL 과 날짜 등을 WEB 인터페이스를 통하여 시각적으로 볼 수 있다.

Executable	Sleep 9
Data	Fri May 17 10:23:23 2002
Job URL	http://iatl.chonbuk.ac.kr:3850/11231/20020575978/
Status	...
Executable	Sleep 38
Data	Fri May 17 10:23:34 2002
Job URL	http://iatl.chonbuk.ac.kr:3850/13431/20020575978/
Status	...

그림 4 작업 상태 모니터링

#### V. 결론

본 논문에서는 로컬 1단계 브로커 ASB(Application Specific Broker)와 로컬 2단계 브로커 GRB(Global Resource Broker)를 Globus를 기반으로 각 로컬 시스템에 구현함으로써 기존에 브로커의 작업의 부하를 줄이고 보다 특화된 작업을 수행 할 수 있도록 나눔으로써 각 서비스의 질적 향상을 높였다.

또한 서비스의 트래픽이 증가하여 어느 특정한 브로커에 과중한 overhead가 발생할 수가 있는데 이러한 문제는 작업을 각 브로커들에게 분산시켜서 해결했다. 마지막으로 Web 기반의 인터페이스를 이용하여 사용자가 편리하게 접근 할 수 접근 방법을 제공해서 보다 친숙한 Grid 환경을 제공했다.

앞으로 본 논문에서 설계한 아키텍처는 Globus 표준 Web 기반 인터페이스의 기초 설계모델로 활용 될 수 있을 것으로 사료된다.

### 참고문헌(또는 Reference)

- [1] K. Czajkowski, I. Foster, et al, "A Resource Management Architecture for Metacomputing Systems", Proc. of the 4th Workshop on Job Scheduling Strategies for Parallel Processing, 1998
- [2] K. Czajkowski, I. Foster, N. Karonis, C. Kesselman, S. Martin, W. Smith, and S. Tuecke. A resource management architecture for metacomputing systems.
- [3] R. Buyya, D. Abramson, J. Giddy, An Economy Driven Resource Management Architecture for Global Computational Power Grids, The 2000 International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications (PDPTA 2000), Las Vegas, USA, June 26-29, 2000.
- [4] I. Foster, C. Kesselman(eds), Q.677, "The Grid : Blueprint for a New Computing Infrastructure" Morgan Kaufmann Publishers, 1998.
- [5] I. Foster, et al, "Globus: A Metacomputing Infrastructure Toolkit" Intl. J. Supercomputer Applications, 1997.
- [6] I. Foster and C. Kesselman. Globus: A metacomputing infrastructure toolkit. International Journal of Supercomputer Applications, 11(2):115-128, 1997.
- [7] I. Foster, C. Kesselman(eds), S. Tuecke Q.25, "The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations", Intl. J. Supercomputer Applications, 2001.
- [8] K. Czajkowski, I. Foster, S. Fitzgerald, "Grid Information Service", 2001.
- [9] S. Fitzgerald, I. Foster, C. Kesselman, G. von Laszewski, W. Smith, and S. Tuecke. A directory service for configuring high-performance distributed computations. In Proc. 6th IEEE Symp. on High Performance Distributed Computing, pages 365-375. IEEE Computer Society Press, 1997.
- [10] D. Abramson, R. Susic, J. Giddy, and B. Hall. Nimrod: A tool for performing parameterised simulations using distributed workstations. In Proc. 4th IEEE Symp. on High Performance Distributed Computing. IEEE Computer Society Press, 1995.
- [11] D. Abramson, I. Foster, J. Giddy, A. Lewis, R. Susic, R. Sutherst, and N. White, Nimrod Computational Workbench: A Case Study in Desktop Metacomputing, Australian Computer Science Conference (ACSC 97), Macquarie University, Sydney, Feb 1997.
- [12] D. Abramson, J. Giddy, and L. Kotler, High Performance Parametric Modeling with Nimrod/G: Killer Application for the Global Grid?, International parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS), Mexico, 2000.
- [13] R. Buyya, (ed.), High Performance Cluster Computing: Architectures and Systems, Volume 1, 1/e, Prentice Hall PTR, NJ, USA, 1999.
- [14] J. Kaplan, M. Nelson, "A Comparison of Queuing, Cluster and Distributed Computing Systems", NASA Technical Memorandum 109025.
- [15] M. Litzkow, M. Livny, and M. Mutka, Condor - A Hunter of Idle Workstations". Proceedings of the 8th International Conference on Distributed Computing Systems. San Jose, Calif., June, 1988.
- [16] M. Litzkow, M. Livny, and M. Mutka, Condor - A Hunter of Idle Workstations, Proceedings of the 8th International Conference of Distributed Computing Systems, June 1988.
- [17] N. Nisan, S. London, O. Regev, N. Camiel, Globally Distributed computation over the Internet - The POPCORN project, International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS'98), 1998.
- [18] S. Chapin, J. Karpovich, A. Grimshaw, The Legion Resource Management System, Proceedings of the 5th Workshop on Job Scheduling Strategies for Parallel Processing, April 1999. (<http://legion.virginia.edu/>)
- [19] <http://www.gridforum.org>
- [20] <http://www.ipg.nasa.gov>
- [21] <http://www.globus.org>
- [22] <http://www.gridforumkorea.org>
- [23] <http://www.csse.monash.edu.au/~davida/>