

컴퓨팅 자원 및 네트워크 자원의 관리를 위한 티켓 기반 글로벌 스케줄러에 관한 연구

임창선* · 안성진** · 정진욱* · 박진섭***

요 약

본 논문에서는 그리드 자원을 통합 관리하기 위한 글로벌 스케줄러에 대한 연구를 진행하고, 이에 대한 설계 방안을 제시한다. 글로벌 스케줄러에 대한 연구로서 그리드 시스템과 글로벌 스케줄러 시스템의 개념에 대하여 이해하고, 글로벌 스케줄러를 구성하는데 필요한 조건들을 확인하였다. 그리고 세계 다른 글로벌 스케줄러 시스템과 차별성을 두기 위한 티켓 기반 시스템 개념을 도입을 하였다. 최종적으로 본 논문에서 제안한 글로벌 스케줄러 시스템 설계에 대한 확인을 위하여 프로토타입 제작을 통해 실제 적용되어 사용 될 수 있는지 여부를 확인하였다.

A Study on Global Scheduler for Computing Resources and Network Resources Management

Changsun Lim* · Seongjin Ahn** · Jinwook Chung* · Jinsub Park***

ABSTRACT

In this paper, the integrated management of grid resources for conducting research on the global scheduler, the proposed plan is designed for. Research on the global scheduler and the grid system as a global scheduler for the system to understand the concept of a global scheduler configuration was necessary to check conditions. And other global scheduler, global positioning system and the differentiation of a ticket-based system was introduced to the concept. Finally, this paper proposed by the global scheduler for the system design, through prototyping to determine the actual effect can be used to determine whether is was.

Key words : Grid Resources Management, Ticket Based System

접수일 : 2009년 10월 15일; 채택일 : 2009년 12월 12일

* 성균관대학교 전자전기컴퓨터학과

** 성균관대학교 컴퓨터교육학과

*** 대전대학교 컴퓨터공학과

1. 서 론

그리드 자원을 이용하기 위하여 기존에는 사용자가 그리드 환경의 컴퓨팅 자원을 사용하여 작업을 실행하고자 할 때, 사용자는 자신의 작업에 사용할 그리드 자원을 직접 선택하는 방식을 사용하고 있다. 이는 한정적인 자원을 가지고 있는 슈퍼컴퓨터 기반 그리드 환경에서, 사용 가능한 그리드 컴퓨팅 자원을 직접 확인하고 작업 요청을 하는 것이 효과적인 자원 할당 방식이 된다. 하지만, 네트워크 속도가 빨라짐에 따라 지역 간, 국가 간의 슈퍼컴퓨터들을 이용하는 그리드 프로젝트들이 점점 늘어나고 있는 추세이다. 즉, 슈퍼컴퓨터 기반 그리드 컴퓨팅 환경에서 사용 되는 자원 수가 필연적으로 늘어날 것이다. 사용 가능한 자원의 수가 늘어남에 따라 사용자는 작업을 실행하고자 할 때, 직접 확인해야 하는 자원들의 수가 늘어나고, 국가 단위로 커지는 네트워크 자원의 상태 또한 확인해야 할 필요성이 생긴다.

이를 위하여 컴퓨팅 자원과 네트워크 자원을 관리하기 위한 CRM(Computing Resource Management) 와 NRM(Network Resource Management)의 개념이 도입되었으며, CRM과 NRM을 통합하여 관리하기 위한 시스템으로 GRS(Grid Resource Scheduler)란 개념이 사용되고 있다. 그리고 사용자 편의에 대한 측면으로 GRS에서 Global Scheduler를 이용한다. 여기서 Global Scheduler는 사용자가 필요로 하는 컴퓨팅 자원의 수와 네트워크 자원이 대역폭 등의 필수적인 정보만 받아, 그리드 환경을 구성하고 있는 요소들 중 가장 부합하는 자원들과 매치 시켜 주는 기능을 하게 된다.

본 논문은 글로벌 스케줄러의 설계 방안에 대하여 모색하고 기능 향상을 위해 적용할 수 있는 요소 중 티켓 기반을 참조하여 TGRS(Ticket Global Resource Scheduler)에 대한 연구를 진행하였다. 그리고 프로토타입 모듈을 연구함으로써 기존 그리드에 적용 가능성을 한층 높이는 연구를 진행한다.

2. 관련연구

2.1 그리드

오늘날 많은 애플리케이션과 미들웨어들이 하루가 다르게 개발 되고 있으며, 통합 자원관리 기능들로부터 데이터베이스 통합, 클러스터링 서비스, 보안, 작업부하 관리, 문제정의에 이르기까지 다양하다. 하지만 이러한 것들이 서로 다른 플랫폼 상에서는 구현방법, 의미적 행태, API 등이 서로 다르다. 또한, 여기에 관련된 많은 자원들이 분산됨으로써 사용자들에게 원하는 서비스 품질을 제공하도록 하는 것이 주요 관심 사항이 되었다.

따라서 분산화 된 광역네트워크 환경 하에서 애플리케이션들이 자원과 서비스들에 효율적으로 액세스하여 공유할 수 있는 새로운 개념들이 필요하게 되었다. 이러한 문제들은 대규모 과학연구를 위한 분산 시스템 개발자들에게는 오랫동안 중요한 관심사였으며, 이에 따라 그리드(Grid) 기술이 개발되기 시작했다.

그리드 시스템은 해결할 수 없었던 복잡하고 어려운 문제를 해결하는 열쇠가 될 수 있다. 미국 국립과학재단 망에 연결된 센터 중 하나인 샌디에고 대학에서는 ‘뇌지도(매칭)’ 연구 프로젝트를 추진 중이다. 뇌지도 연구에서는 막대한 분량의 저장 시스템이 필요한 자기 공명 영상(MRI)을 이용한다. 서로 다른 뇌의 영상을 비교하기 위한 MRI 이미지들을 효과적으로 사용하기 위해서는 여러 곳의 센터들이 서로 협력해야 한다. 이러한 것이 그리드 컴퓨팅의 진가를 발휘할 수 있는 완벽한 예라 할 수 있다.

2.2 글로벌 스케줄러

글로벌 스케줄러란 사용자가 그리드 자원을 사용할 때, 별도의 자원 선택 작업 없이 그리드 상 자원을 선택해주고 할당하는 시스템을 말한다.

예전의 그리드 시스템에서 사용자가 그리드 자

원을 사용할 때 사용자는 그리드 환경을 구성하고 있는 자원에 대해 먼저 검색해야 할 필요가 있었다. 자신의 작업이 필요로 하는 자원 요구사항을 스스로 파악하는데에 그치지 않고 요구사항에 맞는 작업을 찾아야 하는 과정이 존재하였다. 이 과정 중, 그리드를 구성하고 있는 자원의 수가 적을 경우에는 적은 시간을 들여 검색할 수 있었다. 하지만 대다수 그리드 시스템은 수많은 자원들로 구성되어 있고 그에 따라 사용자가 검색하는 시간이 늘어나게 되어있으며, 이에 사용자의 불편을 야기시키는 요인이 된다.

이를 해결하기 위하여 제시된 개념이 글로벌 스케줄러 이다. 글로벌 스케줄러는 사용자가 요청한 자원 요구에 맞는 자원들의 리스트를 검색한다. 그리고 단순하게 검색된 자원을 바로 사용자 작업에 할당해 주는 것이 아니라, 스케줄링 정책을 통하여 사용자가 요구하는 적합한 형태의 자원을 할당하는 것을 목적으로 하고 있다. 따라서 글로벌 스케줄러 시스템은 컴퓨팅 자원뿐만 아니라 네트워크 자원에 대한 관리 또한 필요하다. 그렇기에 글로벌 스케줄러는 컴퓨팅 자원을 관리하는 CRM(Computing Resource Manager)과 NRM(Network Resource Manager)를 동시에 관리 할 필요성이 있다.

2.3 티켓 기반 시스템

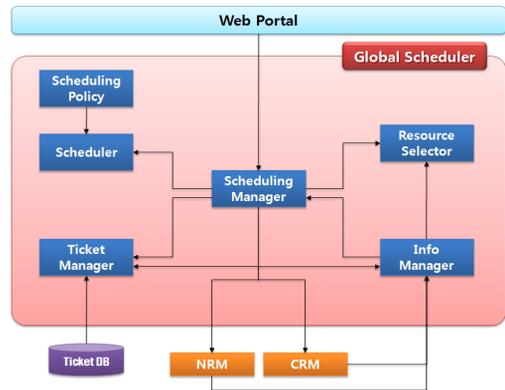
티켓 기반 시스템이란 어떤 일련의 작업들에 대하여 티켓 형태로 통합하여 관리의 용이성을 확보하기 위한 시스템이다. 즉 서로 독립적으로 구성되는 요소에 대하여 통합적으로 관리하기 위한 방법 중, 티켓이라는 하나의 공통 요소로 묶어 따로 저장 및 관리를 하는 시스템이다.

이 시스템은 통합된 요소에 대하여 하나의 티켓 고유 번호를 발급하며, 이 티켓 고유 번호를 통해 사용자 또는 관리자는 해당 티켓 정보에 포함된 요소들에 대한 고유 번호를 알지 못하더라도 통합 관리가 가능하게 된다. 이를 통해 관리의 편의성을 제공 할 수 있다.

글로벌 스케줄러는 컴퓨팅 자원 및 네트워크 자원에 대하여 할당 및 관리를 해야 하지만, 컴퓨팅 자원을 관리하는 시스템과 네트워크 자원을 관리하는 시스템은 각각 독립적으로 구성되어 있으며, 이를 통합 관리하기 위하여 티켓 기반시스템을 적용 하였다.

3. 티켓 기반 글로벌 스케줄러 설계

3.1 설계 안 및 모듈



(그림 1) 티켓 기반 글로벌 스케줄러 설계도

티켓 기반 글로벌 스케줄러 시스템의 설계안은 (그림 1)과 같다. 각 모듈은 각기 다른 역할을 맡고 있다. 그리고 그 역할은 각각 서로 독립적으로 동작하기 때문에 서로 간의 함수를 참조 할 필요가 없으며, 연관성이 떨어지기 때문에 이 모듈들에 대한 동작 흐름을 제어할 Sheduling Management 모듈을 중심으로 설계 하였다.

3.1.1 Scheduling Manager

Scheduling Manager 전체 설계안의 중심에 위치하고 있으며, 티켓 기반 글로벌 스케줄러 시스템을 구동함에 있어서 가장 중요한 역할을 맡고 있다. 사용자는 UI를 통해 원하는 작업 수행을 요청

시 Scheduling Manager를 통하여 데이터와 명령을 수행하며, 작업의 수행 결과 또한 이 모듈을 통해서 받게 된다.

3.1.2 Resource Selector

Resource Selector는 사용 가능한 자원을 검색하는 기능을 수행하므로, 사용자 작업 제출 시 작업 정보에 맞는 사용 가능한 자원들의 검색을 담당하고 있다. 일정 수 이상 검색된 자원의 정보들은 배열 형태의 리스트로 반환된다.

3.1.3 Scheduler

Scheduler 모듈은 검색된 사용 가능한 자원들 중 사용자의 작업을 실행하는 것에 가장 적합한 자원을 선택하는 역할을 수행한다. 기본적으로 자원의 요소들에 대한 포인트 계산으로 총 합산된 포인트를 이용하여 실행 할 자원을 선택하게 된다.

3.1.4 Scheduling Policy

Scheduler 기능을 수행하기 위하여 필요한 정책은 Scheduling Policy 모듈에서 지정된 형태로 제공한다. 아무 자원에도 비중을 두지 않는 1.Default 모드 정책 기능, 2.CRM의 자원에 비중을 두는 2.CRM 모드 정책 기능, NRM의 자원에 비중을 두는 NRM 모드 정책 기능으로 이루어져 있다.

3.1.5 Ticket Manager

Ticket Manager 모듈은 티켓 기반 글로벌 스케줄러 시스템의 핵심적인 기능을 수행하는 모듈이다. 티켓 데이터베이스를 통하여 작업을 관리하는 것이 주 기능으로, 티켓의 정보 조회, 작업 등록 후의 티켓 ID 발급, 티켓 정보의 삭제의 3개의 큰 기능으로 나누어져 있다.

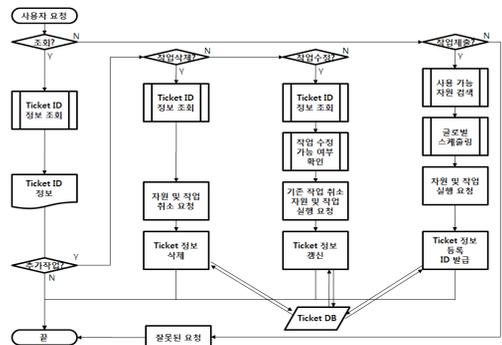
3.1.6 Info Manager

Info Manager 모듈은 티켓 기반 글로벌 스케줄

러 시스템의 동작에 필요한 모든 정보를 제공하는 모듈이다. 주요한 기능으로 CRM과 NRM에 접속하여 필요한 정보를 가져올 수 있도록 각각의 시스템에 정보 요청 기능을 중심으로 이루어져 있다.

3.2 흐름도

티켓 기반 글로벌 스케줄러는 독립적인 시스템으로 설계되었으며, 이를 위해 사용자 명령 단을 따로 구성하여 입력을 받고 있다.



(그림 2) 티켓 기반 글로벌 스케줄러 흐름도

3.3 티켓 데이터베이스

〈표 1〉 티켓 데이터베이스

Field	Primary	Type	Size
TicketID	Primary	VARCHAR2	16
CRM_ID		VARCHAR2	17
NRM_ID		VARCHAR2	17
UserID		VARCHAR2	10
Password		Hash(String)	10
File		VARCHAR2	256
required_CR		VARCHAR2	100
required_NR		VARCHAR2	100
Policy		INT	1
required_Time		Datetime	
Reg_Time		Datetime	
Start_Time		Datetime	
End_Time		Datetime	

티켓을 관리하기 위하여 티켓 데이터베이스는 티켓에 대한 정보 일체를 저장하는 역할을 수행한다.

데이터베이스의 필드에 대한 정보는 <표 1>에 나와 있다. 또한 필드에 대한 세부 정보는 아래 <표 2>에 설명되어 있다.

<표 2> 티켓 데이터베이스 필드

Field name	description
TicketID	티켓 정보 등록 생성되는 고유 번호
CRM_ID	컴퓨팅 자원 할당 고유 번호
NRM_ID	네트워크 자원 할당 고유 번호
UserID	사용자 식별 번호
Password	티켓 암호
File	실행 파일명
required_CR	사용자 컴퓨팅 자원 요구량
required_NR	사용자 네트워크 자원 요구량
Policy	사용자 요구 정책 (0 : 기본비중, 1 : CRM비중, 2:NRM비중)
required_Time	사용자 요구 작업 시간
Reg_Time	티켓 정보 등록 시간
Start_Time	작업 시작 시간
End_Time	작업 종료 시간

4. 티켓 기반 글로벌 스케줄러 프로토타입 구현

티켓 기반 글로벌 스케줄러의 프로토타입은 본문에서 설계한 설계도와 흐름도를 토대로 하여 구축 하였다.

4.1 제공 서비스

티켓 기반 글로벌 스케줄러는 크게 조회, 등록, 삭제의 3가지 사용자 입력을 받는다.

조회 : 티켓 고유 아이디를 입력하여 해당 티켓 정보를 가져오는 역할 수행

등록 : 사용자의 작업 정보를 입력 받아, 등록에

필요한 일련 과정을 거친 후, 선택된 자원에 작업 할당 및 티켓 정보 등록. 티켓 정보 등록 후 티켓 고유번호 관련 정보와 함께 사용자에게 반환

삭제 : 사용자가 티켓 정보를 조회 한 후 해당 티켓정보에 대한 삭제 요청에 의해 진행

4.2 화면

```

Ticket information
-----
Ticke ID : 20090909204033
Computing Resource ID : C20090909204033
Netwokr Resource ID : N20090909204033
User ID : User1
Password : PW
Filename : Job.exe
RequierC : 30_CRM
RequierN : 100_NRM
Policy : 0_policy
Requier Time : 5_hours
Register Time : 2009:09:09:20:40:33
Start Time : 2009:09:09:20:40:33
End Time : 2009:09:10:01:40:33
Job Status : Running
-----
Global Scheduler Commander Version 0.50
-----
1. View Ticket ID States
2. Submit Job
3. cancel Job
4. Modify Job(not available)
0. Exit
-----
Select Menu :
    
```

(그림 3) 조회 화면

6. 결 론

최근 클라우드 컴퓨팅 개념이 많이 대두되고 있는 가운데 그리드 컴퓨팅 기술에 대한 이야기는 줄어들고 있다. 이들 개념들의 공통점은 사용자들의 컴퓨팅 요구를 만족시키기 위해 인터넷을 이용한다는 사실이다. 하지만 그리드 컴퓨팅은 융합망과 같은 전용선 환경에서 컴퓨팅 자원을 사용함으로써 고품질의 컴퓨팅 자원 서비스를 제공하고 있다는 장점이 있다. 또한 여전히 Globus Alliance

나 g-Lite 등의 그리드 환경에 대한 지속적인 연구가 해외에서 이루어지고 있다. 이에 따라 우리나라에서도 고품질의 컴퓨팅 자원을 제공 할 수 있는 그리드 서비스에 대한 개발을 진행하고 있다.

이에 본 논문은 융합망에서 서비스되고 있는 그리드 시스템의 품질을 향상시키기 위한 기술 중 하나으로써 글로벌 스케줄링 모델에 대한 설계에 대한 연구와, 프로토타입 모델의 연구 결과를 제시하고 있다. TGRS로 명명된 티켓 기반 그리드 스케줄링 시스템은 사용자의 별도의 자원 선택 없이 티켓으로 관리할 수 있는 기능을 기반으로 연구되었으며, CRM과 NRM의 상위 모듈의 하나의 기능으로써 두 가지의 분리된 자원을 한 번에 할당 할 수 있는 시스템의 모델을 제시하고 있다. 또한 스케줄링 정책에 대한 모듈 제공으로 사용자의 요구에 좀 더 적합한 자원을 할당할 수 있는 기능을 제공하는 방향으로 연구되었다.

하지만, 글로벌 스케줄러의 전체 설계안이 연구되었었지만, 수정 부분 등의 예약 기반 시스템과 연계될 수 있는 부분에 대해서는 연구가 더 필요하며, 최적의 자원을 할당 할 수 있는 알고리즘에 대해서 집중적인 연구가 투자가 되어 글로벌 스케줄러의 기능 향상을 꾀하여야 한다.

참 고 문 헌

[1] J. Nieplocha and R. Harrison, "Shared Memory NUMA Programming on the I-WAY", in the Proceedings of the 5th IEEE Symposium on High Performance Distributed Computing, Syracuse, New York, USA, pp. 432-441, 1996.

[2] T. Lavian, S. Merrill, H. Cohen, D. Hoang, J. Mambretti, S. Figueira, D. Cutrell, S. Naksatam, and F. Travostino, "A Grid Network Service Architecture for Dynamic Optical Networks", submitted to the Journal of

Grid Computing, special issue on High Performance Networking.

[3] J. Xu and D. Parnas, "Scheduling Processes With Release Times, Deadlines, Precedence And Exclusion Relations", in IEEE Transactions on Software Engineering, Vol. 16, No. 3, pp. 360-369, 1990.

[4] Ian Foster, A Globus Toolkit Primer (Draft), http://www.globus.org/toolkit/docs/4.0/key/GT4_Primer_0.6.pdf, 2005.

[5] Fran Berman, Geoffrey Fox, and Anthony J. G. Hey, Grid Computing : Making The Global Infrastructure a Reality, John Wiley and Sons, 2003.

[6] Web Services Resource Framework, http://docs.oasis-open.org/wsrf/wsrf-ws_resource-1.2-spec-os.pdf, 2006.

[7] The Legion Project, <http://legion.virginia.edu/>.

[8] Globus alliance, <http://www.globus.org/>.

[9] Open Grid Forum, <http://www.ggf.org/>.

[10] gLite, WMS, <http://glite.web.cern.ch/>.



임 창 선

2008년~현재 성균관대학교 전기 전자컴퓨터 학과 석사 과정



안 성 진

1988년 성균관대학교 정보공학과 (학사)
 1998년 성균관대학교 정보공학과 (석사)
 1998년 성균관대학교 정보공학과 (박사)
 1990년~1995년 KIST/SERI 연구원

1996년 정보통신 기술사

1999년~현재 성균관대학교 컴퓨터교육과 부교수



정진욱

1974년 성균관대학교 전기공학과
(학사)

1979년 성균관대학교 전자공학과
(석사)

1991년 서울대학교 계산통계학과
(박사)

1998년~1999년 성균관대학교
정보통신대학원 원장

2006년~2008년 성균관대학교 대학원장

2005년~현재 인터넷윤리진흥본부 본부장



박진섭

2003년~현재 정보보호 전문업체
기술위원

2000년~2005년 정보보호컨설팅
전문 업체 기술심의
위원회 위원장

2007년~현재 대전대학교
공과대학장