

그리드 환경에서의 요금 부과 프로그램 설계

김성준*, 장지훈, 최윤근, 김중권
*한국과학기술정보연구원
e-mail:sjkim@kisti.re.kr

Design of accounting program on Grid environment

Sung-Jun Kim*, Ji-Hoon Jang, Youn-Keun Choi, Joong-Kwon Kim
*Korea Institute of Science and Technology Information

요 약

한국과학기술정보연구원 슈퍼컴퓨팅센터에서는 작년부터 그리드 테스트 베드를 운영하면서 축적된 기술을 바탕으로 금년 하반기부터 그리드 시범 서비스를 시행할 예정이다. 그리드 환경에서의 사용자 요금 부과를 위해서는 기존의 체계와는 다른 여러 가지 요소들을 고려해야 하는데, 본 고에서는 그리드 환경에 적합한 요금부과 프로그램을 설계하였다.

1. 서론

그리드 컴퓨팅(Grid Computing)이란 고성능 컴퓨터, 대용량 데이터베이스, 각종 정보통신 첨단장비 등을 네트워크로 연동해 상호 공유하는 핵심기술과 운용체계를 말하는데, 지리적으로 분산된 고성능 컴퓨터, 대용량 DB, 첨단연구 장비, 전문가, 응용 프로그램, 초고속 네트워크 등을 하나의 가상 로컬 시스템으로 동작하도록 하여 사용자에게 실시간으로 제공하는 것을 가능케 하는 "차세대 IT 서비스 자원의 총동원 체계구축 기술"이라 할 수 있다[1].

그리드 컴퓨팅의 활성화 및 실용화를 위해서는 보안(security) 및 어카운팅(accounting)이 필수적이라 할 수 있다. 현재 보안 및 인증(authentication)에 관련된 연구는 안전하고 편리하게 이용할 수 있도록 하기 위해 많은 프로젝트가 진행되고 있으나, 어카운팅에 관해서는 언급되는 경우도 많지 않을 뿐더러 진행되고 있는 연구도 드물다.

이러한 가운데, 현재 국가 그리드 프로젝트를 수행하고 있는 KISTI 슈퍼컴퓨팅센터에서는 올해 하반기부터 그리드 시범서비스 환경을 구축하여 그리드

사용자들의 응용 프로그램들을 실행하게 하고, 더 나아가 범국가적인 그리드 서비스를 시행하고자 계획하고 있다.

본고에서는 현재 슈퍼컴퓨팅 센터에서 운영 중인 IBM, NEC, HP SMP, PC Cluster 시스템들의 자원을 그리드를 통하여 제공할 때 필요한 자원 사용에 대한 비용의 산출할 수 있도록 하는 그리드 어카운팅 시스템을 설계한다.

2. 관련 연구

가. 그리드

컴퓨터 및 네트워크의 성능이 비약적으로 향상됨에 따라 이들 자원을 공유하여 효율적으로 사용하고자는 분산 시스템에 대한 연구가 활발히 논의되고 있다. 또한 인터넷의 발전 속도가 초기의 예상을 뛰어넘어 급격히 신장하고 있다. 그리드(Grid) 환경은 이러한 배경을 바탕으로 분산 시스템에서 한 걸음 더 나아가 전 세계에 흩어져 있는 컴퓨터 자원을 인터넷망을 통하여 하나의 단일 컴퓨터처럼 활용할 수 있도록 하자는 개념으로 출발하였다[2].

그리드는 지리적으로 그리고 조직 면에서 흩어져 있는 이종의 정보 자원들을 서로 연결시켜 하나의 가상 컴퓨터처럼 동작하는 체제이다. 고성능 슈퍼컴퓨터부터 개인용 컴퓨터까지 광범하게 이용할 수 있는 컴퓨팅 자원과 수십기에서 수백테라까지 이용할 수 있는 저장장치, 세계 각지의 연구인력 및 다양한 통신 시스템등 현재 분산된 위와 같은 자원들을 하나의 동일한 인터페이스를 통해 접근하도록 하여 체계적으로 협업시스템을 만들고 고성능의 계산 능력과 데이터 처리를 가능하게 할 수 있는 기술이 그리드이다.

그리드라는 용어는 1990년 중반 미국의 슈퍼컴퓨팅센터를 중심으로 고성능의 분산 컴퓨팅 인프라를 구축하는데 비롯하였고, 고성능의 자원, 대용량 정보 및 혁신적인 애플리케이션에 초점이 맞추어진 것이 일반 분산 컴퓨팅과 구별된다[3].

이와 같이 그리드는 대량의 정보와 고성능 컴퓨팅 자원을 효율적으로 이용하기 위하여 차세대 인터넷을 기반으로 구축되고 있으며, 새로운 응용연구의 수행에 큰 변화를 가져올 것으로 기대를 하고 있다.

나. 그리드 어카운팅

그리드 어카운팅 시스템은 분산되어 있는 자원을 공유하고 사용하기 위해 각 자원에 대한 접근 및 사용 권한, 해당 사이트에 대한 인증, 사용된 자원에 대한 과금 서비스(billing service)를 포함한다. 또한 이기종의 각 사이트들은 작업을 수행하고 서로 다른 형태의 어카운팅 정보를 생성한다. 각 사이트에서 생성된 어카운팅 정보를 수집하고 분석하여 요금을 산출하는 것도 어카운팅 시스템을 의미한다. 이 정보들은 Job에 대한 분석을 위한 정보로 사용될 수 있고 각 사이트의 정책에 따라 자원 사용료 부과 정보로 사용될 수 있다.

다음 [표 1]는 현재 그리드 환경에서의 그리드 어카운팅 서비스를 운영중인 사례를 나열한 것이다[4].

기관	운영 프로그램
EuGrid (European Grid)	DGAS(DataGrid Accounting System)
Poland	VUS(Virtual Users Accounts System)
SDSC (샌디에고 슈퍼컴센터)	SNUPI (System Network Usage and Performance Interface)

[표 1] 그리드 어카운팅 서비스 운영 사례

다. 관련 표준화 동향

현재 글로벌 그리드 포럼의 여러 워킹 그룹에서 그리드 관련 표준화를 진행하고 있다. 그중에서 Usage Record (UR) 워킹 그룹은 어카운팅 관련 표준화를 진행하고 있으며 아래 2개의 draft 문서를 작성하여 표준화를 추진 중에 있다.

o Usage Record Fields Survey Result and Proposal Minimum Set

세계 각국의 슈퍼컴퓨터들에게 설문지를 보내어, 해당 센터에서 어카운팅에 사용하는 시스템 항목들을 조사하여 정리한 문서이다[5]. 이를 기반으로 하여 그리드 어카운팅을 하기 위하여 포함해야 하는 기본적인 항목들에 대하여 정의를 하고 있다.

조사 결과에 의하면 동일한 의미를 가지는 시스템 항목들이 서로 다른 용어로 사용되고 있는 것이 확인되었으며, 이로 인해 어카운팅 관련 시스템 항목들의 용어통일에 관한 문서가 발표되었다.

o Accounting Interchange Natural Language Description

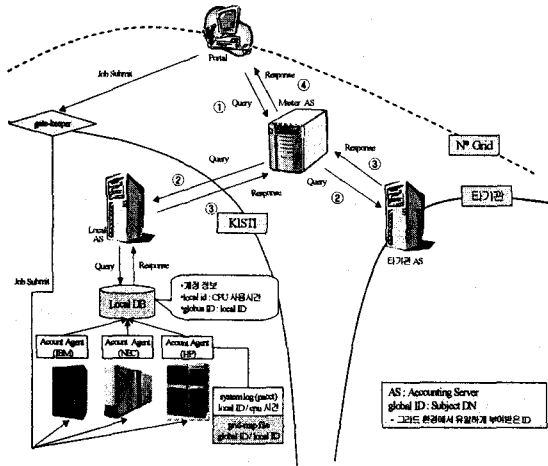
여러 센터들 간에 자원을 공유하기 위해서는 기본적인 어카운팅과 사용량 정보를 교환해야 하는데, 이때 정보 교환을 위한 데이터의 형식을 정의하는 문서이다. 이를 위해 XML 개념을 이용한 데이터 교환을 정의하고 있다[6].

이 문서에서는 여러 센터들이 교환해야 하는 기본 어카운팅 관련 항목들을 정의하고, 이를 XML 형식으로 어떻게 표현하면서 정보를 교환하는지를 보여 준다.

3. 설계

현재 KISTI 슈퍼컴퓨팅센터에서는 슈퍼컴퓨터 사용자 서비스를 시행하고 있으며, 이를 위해서 자체 어카운팅 프로그램을 구현하여 사용자 서비스 중에 있다. 또한, 금년 하반기에 그리드 시범 서비스를 실시할 예정에 있으나, 앞에서 살펴본 바와 같이 그리드 어카운팅과 관련한 많은 연구와 표준화 과정이 완료되지 않고 여러 가지 의견들이 계속 반영되고 있는 상태이다. 그러나 기본적으로 XML을 이용한 자료의 교환방식은 세계적인 추세로 굳어진 상태이며, 다만 실제적인 처리 방법만이 미정인 상태이다.

이에 그리드 시범 서비스를 위해서 기존의 운영기술과 현재 진행 중인 표준화 과정을 혼합하여 그리드 어카운팅 시스템을 설계를 하였다.



[그림 1] 그리드 어카운팅 시스템 전체 흐름도

위의 [그림 1]은 본 고에서 설계한 그리드 어카운팅 시스템의 전체 흐름도이다. 어카운팅 서버는 크게 두 부분으로 나누어진다.

o 마스터 AS(Accounting Server)

: 지역 AS들의 목록과 위치(도메인) 및 소속된 사용자의 Global ID를 보관하는 서버

o 지역 AS(Accounting Server)

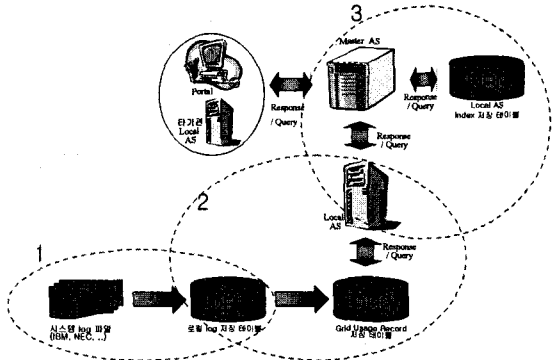
: 사용자들의 실제 수행작업에 대한 정보를 가지고 있으며, 로컬 ID와 글로벌 ID를 매핑하여 XML 형태의 어카운팅 정보를 보관하는 서버

사용자 혹은 타기관 AS가 특정 사용자의 자원 사용량을 파악하기 위한 그리드 어카운팅 프로그램의 동작 시나리오는 다음과 같다.

- 1) 마스터 AS로 사용자의 글로벌 ID를 전달.
- 2) 마스터 AS는 전달 받은 글로벌 ID를 이용하여 DB3를 검색하여 해당 사용자가 사용하는 시스템들의 어카운팅 정보를 보관하는 로컬 AS의 위치를 파악. 로컬 AS로 글로벌 ID를 전달
- 3) 마스터 AS로부터 글로벌 ID를 전달 받은 로컬 AS는 DB2를 검색하여 해당 사용자의 시스템 사용정보를 계산하여 사용량 정보를 XML 문서의 형태로 마스터 AS로 전달.

4) 마스터 AS는 전달받은 XML 문서를 가공하여 요청한 사용자 혹은 타 기관 AS에게 전달

위의 동작을 수행하기 앞서서 각 사용자들의 시스템 사용 정보를 DB1에 저장한 후, 가공하여 DB2에 저장해 놓아야 한다.



[그림 2] 그리드 어카운팅 시스템의 자료 흐름도

위의 [그림 2]는 그리드 어카운팅 시스템의 자료 흐름도이다. 그리드 어카운팅 시스템의 자료 흐름 구조는 크게 3 부분으로 구분된다.

o Step 1

: 시스템 로그에서 어카운팅 정보를 추출한 후 적절한 필터링을 하여 DB1에 저장한다. 이때 DB1은 각 로컬 사이트에서 요금부과를 위해 이용하는 항목들을 로컬 ID별로 구분하여 포함하게 된다. 아래 [그림 3]은 DB1에 저장되는 필터링된 로컬 시스템의 원시 데이터를 보여준다.

Date	Local ID	Local Acct	CPU Time	SRU Time	Node Name
20030309	adm	system	0	1	10
20030309	dplee	m7602h	50	1	10
20030309	e167yy	sf0351	206	1	10
20030309	e521ksy	sf0995	124	1	10
20030309	e732ksm	sf2001	57	1	10
20030309	e734kdj	sf2001	42	1	10
20030309	e735pjj	sf2001	43	1	10
20030309	e737shh	sf2001	12	1	10
20030309	e739ydh	sf2001	0	51	10

[그림 3] DB1의 데이터 구조 (예시)

o Step 2

: DB1에 저장된 정보를 grid-map 파일을 참조하여 로컬 ID와 글로벌 ID를 매핑하고, 그리드 어카운팅 관련 드레프트 문서에서 정의하고 있는 항목들로 변환한다. 이 때 항목은 XML 문서의 요소가 된다.

아래 [그림 4]는 DB2에 저장되는 데이터의 형

식이다. 이것은 현재 표준화 작업 중인 UR 워킹 그룹에서 정의한 항목들을 포함한다. 이 데이터를 기반으로 하여 XML 형태의 데이터를 마스터 AS와 로컬 AS가 교환하게 된다.

JobID	UserID(Local)	UserID(Global)	Processors	Memory	Start Time	End Time	SU	상태코드
134	shim	lo4E.O.PNL	12	512	2002-02-14	2002-02-14	6360	success

[그림 4] DB2의 데이터 구조 (예시)

o Step 3

: 이전 Step 2까지는 로컬 AS별로 수행되는 부분이다. Step 3는 마스터 AS에서 로컬 AS로 사용자의 사용량 정보를 파악하기 위해서 질의하고 응답을 하는 부분이다. 이를 위해서 마스터 AS는 특정사용자가 사용할 수 있는 시스템들의 위치와 해당 시스템들에 대한 어카운팅 정보를 보관하고 있는 로컬 AS의 위치 정보를 DB3에 저장하여 관리하게 된다.

아래 [그림 5]는 DB3에 저장되는 데이터의 형식을 보여준다. 마스터 AS는 특정 사용자에 대한 사용량 정보 조회 요청이 들어오면 해당 사용자가 사용하는 시스템과 그 시스템의 사용량 정보를 보관하고 있는 로컬 AS를 아래 테이블에서 알아내고, 해당 로컬 AS로 사용량 조회를 요청하게 된다.

Global ID	SITE	Local AS
"O=Grid/O=Globus/OU=hannam.ac.kr/CN=Tester1"	frontsrp.hpcnet.ne.kr	localas1.hpcnet.ne.kr
"O=Grid/O=Globus/OU=hannam.ac.kr/CN=Tester1"	nobel.hpcnet.ne.kr	localas1.hpcnet.ne.kr
"O=Grid/O=Globus/OU=hannam.ac.kr/CN=Tester1"	nrc.hpcnet.ne.kr	localas1.hpcnet.ne.kr
"O=Grid/O=Globus/OU=hannam.ac.kr/CN=Tester1"	whipazam.hpcnet.ne.kr	localas1.hpcnet.ne.kr
"O=Grid/O=Globus/OU=hannam.ac.kr/CN=sgkim"	pc_cluster.pnu.ac.kr	pnu_ac.pnu.ac.kr
"O=Grid/O=Globus/OU=hannam.ac.kr/CN=sgkim"	nrc.hpcnet.ne.kr	localas1.hpcnet.ne.kr

[그림 5] DB3의 데이터 구조 (예시)

앞에서 설명한 바와 같이 단계를 다시 구분해 보면 시스템들을 보유하고 있는 각 센터들 고유의 사용자 요금 부과 정책에 따라 변경되는 부분과 그렇지 않은 부분으로 구분된다. 시스템을 보유하고 있는 각 센터들은 사용자 요금 부과를 위해 참조하는 시스템 항목들이 서로 상이할 수 있다. 그렇기 때문에 DB1의 형식은 각 센터마다 다르게 존재하게 될 수 있다.

그러나 DB2는 그리드 표준에서 정의한 항목들로 구성된 것이기 때문에 그리드를 통한 자원 사용정보를 공유하기 위해서는 반드시 DB2의 정보를 채워야 한다. 또한, 로컬 AS에서는 DB1의 내용에는 무관하게 동작하며 단지 마스터 AS의 요청시 DB2만을 조회하여 결과를 반환하게 된다.

이러한 이유로 본고에서는 로컬 의존성을 고려하여 시스템을 설계하였다.

4. 결론

현재 한국과학기술정보연구원 슈퍼컴퓨팅센터의 슈퍼컴사업실에서는 금년 하반기에 시행할 그리드 시범 서비스를 준비하고 있다. 이를 위해 그동안 슈퍼컴퓨터 사용자 서비스를 통하여 축적된 어카운팅 관련 기술과 그리드 어카운팅 기술을 혼합하여 설계한 그리드 어카운팅 시스템을 구현하고 있다.

향후 그리드 어카운팅 관련 표준이 완전히 정의되면 구현된 어카운팅 시스템을 수정할 예정에 있다.

참고문헌

- [1] Randy Butler Von Welch, Douglas Engert, Ian Foster, Steven Tuecke, John Volmer, Garl Kesselman, "A National-Scale Authentication Infrastructure", IEEE, December. 2000. pp.60-66
- [2] 윤찬현, 심은보, "그리드 구조 및 연구동향", 『한국정보과학회 정보과학회지』 제 20권 2호, 2002. pp.11-15
- [3] Ian Foster, Carl Kesselman, Gene Tsudik, Steven Tuecke, "A Security Architecture for Computational Grids", 5th ACM Conference on Computer and Communication Security, 2000.
- [4] 『국내 슈퍼컴퓨터센터 그리드 컴퓨팅 구축 및 전환기술 개발』 전북대학교, 2002
- [5] <http://www.psc.edu/~lfn/Gird/UR-WG>, 『Usage Record Fields - Survey Results and Proposed Minimum Set』
- [6] <http://www.psc.edu/~lfn/Gird/UR-WG>, 『Accounting Interchange Natural Language Description』