

## 어카운팅을 위한 그리드 사용자 환경 설계

김상완<sup>o</sup>, 객재혁, 황영철, 이필우  
한국과학기술정보연구원 슈퍼컴퓨팅센터 그리드연구실  
{sangwan<sup>o</sup>, jhkwak, hychul, pwlee}@kisti.re.kr

### A Design of Grid User Environment for Accounting

Sangwan Kim<sup>o</sup>, Jae-Hyuck Kwak, Youngchul Hwang, Pillwoo Lee  
KISTI(Korea Institute of Science Technology Information) Supercomputing Center  
Grid Technology Research Department

#### 요 약

계산 그리드는 대형 컴퓨팅 자원을 필요로 하는 기관들이 계산 자원이나 저장 공간등을 공유함으로써 자원의 이용 효율을 높이고 사용자들에게 보다 다양한 컴퓨팅 서비스를 지원하는 것이 목적이다. 그러나, 컴퓨팅 자원을 많은 수의 사용자 커뮤니티내에서 공유하기 위해서는 자원의 사용과 관련된 어카운팅 정보를 사용자별로 정확하게 수집함으로써 자원의 사용 정책 등에 반영하여야 한다. 그러나, 기존의 어카운팅 방법으로는 그리드상의 수많은 자원들을 효율적으로 관리하기 어렵다. 본 연구에서는 그리드 환경에서 사용자 어카운팅을 구현할 수 있도록 계산 그리드의 클러스터를 기반으로 한 사용자 환경을 설계하였다. 본 연구에서 설계된 시스템은 사용자들이 동일한 자원을 이용할 때 서로 충돌되지 않고, 각자 독립된 접근 영역 안에서 자원을 이용할 수 있게 함으로써 사용자 어카운팅을 간편하게 만들어 준다라는 특징이 있다.

#### 1. 서 론

컴퓨터 네트워크 기술과 인터넷의 발달은 원격지에 있는 컴퓨터를 한 곳에서 조정할 수 있게 하였으며, 컴퓨팅 자원의 지역적인 위치에 상관없이 네트워크로 연결이 되어 있기만 하면 사용자는 원하는 자원을 연동하여 사용할 수 있게 되었다. 컴퓨터 성능의 발전과 네트워크 기술의 발달은 분산 컴퓨팅 자원의 공유를 핵심 개념으로 하는 그리드 컴퓨팅(Grid Computing)에 대한 가능성과 수요를 증가시키고 있다.

계산 그리드는 현재까지 그리드 연구 분야에서 가장 많이 연구되고 있는 활용 분야로써 대규모 계산을 위한 컴퓨팅 자원인 슈퍼컴퓨터나 고성능 클러스터를 연동하여 사용하는 것이 목적이다. 계산 그리드를 이용하면 슈퍼컴퓨팅 센터나 대학교 및 기업체 전산소에서 보유하고 있는 대규모 컴퓨팅 자원을 기관들 사이에 상호 공유함으로써 전산 자원의 이용 효율을 높이고, 사용자에게 보다 다양한 컴퓨팅 서비스를 할 수 있다.

계산 그리드가 활성화되기 위해서는 기관과 기관의 상호 필요성에 의해 자발적으로 자원의 공유가 이루어 져야 한다. 자원의 공유를 통해서 얻을 수 있는 이익이 없다면 컴퓨팅 그리드는 성립될 수 없는 것이다. 자원제공자는 제공한 자원의 양에 비례하는 정당한 대가를 받기를 원하며, 필요할 경우는 그 대가를 사용자에게 청구할 수 있어야 한다. 그러므로 누가 어떤 자원을 얼마만큼 썼는지 정확한 사용량을 수집하고 통계 내는 어카운팅(accounting)기능은 계산 그리드를 활성화시키기 위한 필수적인 기능이다.[1] 그러나 그리드 환경에서 사용자의 정확한 어카운팅 정보를 얻기 위해서는 그리드 환경에 맞도록 기존 사용자 환경의

변경이 불가피 하다. 왜냐하면 그리드에서는 많은 수의 컴퓨팅 자원을 수많은 사용자들이 함께 공유하고 있기 때문이다.

본 연구에서는 어카운팅에 쉽게 접근하기 위해 기존의 그리드 사용자 환경이 어떻게 수정되어야 하는지에 관하여 생각해 보려고 한다. 본 논문의 구성으로 제2절에서는 그리드 어카운팅에 어떤 특징이 있는지 알아보고, 제3절에서는 컴퓨팅 자원에서 로컬 사용자 계정을 할당하는 방법에 대하여 설명하며, 제4절에서는 본 연구에서 제안하고 자하는 계산 클러스터에서 어카운팅을 위한 시스템 구조를 기본 형태와 확장된 형태로 나누어 설명하고, 제6절에서 결론을 맺도록 한다.

#### 2. 그리드 어카운팅

그리드 어카운팅이란 그리드 상에서 사용자들이 자원을 이용한 기록을 유지하고 관리하는 것으로써 수집된 정보는 다음과 같은 목적으로 활용이 가능하다.

- 사용자의 자원의 사용량을 기본으로 하여 자원 제공자는 사용자에게 일정액의 사용료를 부과하는 기준으로 이용할 수 있다.
- 현재까지 특정 사용자의 자원 사용기록은 앞으로 그 사용자에 대한 자원 할당에 영향을 미칠 수 있다. 또는 사용자의 자원에 대한 이용 우선순위에 영향을 줄 수 있다.
- 사용자는 자신이 사용한 자원의 종류와 사용량에 대한 추적이 가능하다.
- 자원 제공자는 자원의 활용정도에 대한 평가가 가능하다.

계산 그리드 상에서 어카운팅을 위해 수집되는 정보들은 다음과 같은 것들이 있다:

- 특정 작업에 사용된 CPU 사용 시간
- 특정 작업의 Wall-clock 시간
- 특정 작업을 위해 사용한 CPU(processor)의 개수
- 사용자가 사용중인 저장 장치의 용량
- 네트워크 사용량
- 데이터 전송량
- 사용 메모리
- 배치 작업의 우선순위
- 사용 소프트웨어

물론 위의 정보들이 모든 경우에 모두 다 함께 고려되는 것은 아니며, 상황에 따라 다른 종류의 정보들도 어카운팅 정보에 포함될 수도 있다.

기존의 시스템 어카운팅과 비교하여 그리드 환경에서 어카운팅의 가장 큰 문제점은 자원 풀(resource pool)의 크기와 사용자 집단의 크기가 크다는 점이다. 기존에는 하나의 대형 컴퓨팅 자원을 수명~수십 명이 공유하여 사용하였다고 하면, 그리드에는 사용자 집단의 크기를 수백~수만 명까지 고려하여야 하며, 흩어져 있는 많은 자원들은 하나의 자원 풀로 연동이 되어야 한다. 계산 그리드는 대규모의 자원 풀을 수많은 이용자에게 공유될 수 있어야 한다. 자원의 풀과 사용자 집단의 크기는 그리드를 형성하고 있는 커뮤니티의 크기에 영향을 받으며, 커뮤니티가 점점 커질수록 특정 자원의 잠재적인 사용자는 증가하게 된다.

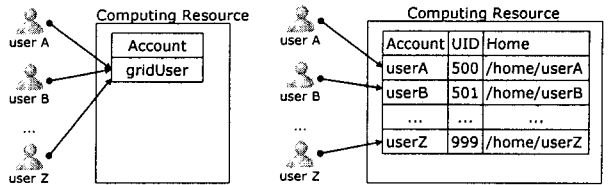
### 3. 계산 그리드에서 사용자의 로컬계정 할당

대규모 병렬 분산 컴퓨팅을 목적으로 하는 계산 그리드에서는 클러스터(cluster) 형태의 자원이 많이 이용된다. 클러스터는 독립적인 컴퓨터 시스템들을 고속의 네트워크로 연결해 놓은 것으로써, 사용자는 특정 작업을 실행하기 위하여 클러스터의 일부 혹은 전체 노드를 할당을 받아 사용한다. 클러스터를 구성하고 있는 독립된 시스템들은 보통 모두 통일된 사용자 인증 방식을 사용하도록 구성되어 있다.

계산 그리드에서 어떤 사용자가 특정 컴퓨팅 자원을 이용하려고 할 때 그 사용자는 그 자원 내에서 자신을 위해 설정되어 있는 로컬 계정을 필요로 한다. 사용자는 자신이 사용할 수 있는 로컬 계정으로 로그인하여 그 사용자의 계정으로 작업을 실행하게 된다.

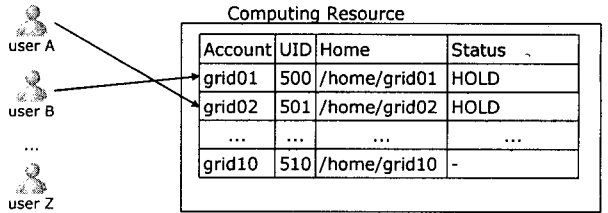
그림1은 사용자가 그리드 자원에 접근할 때 필요한 로컬 계정을 사상시키는 방법을 설명한다. 그림1(a)는 모든 그리드 사용자가 gridUser라는 한 개의 로컬계정을 공유하도록 하고 있다. 이 방법은 모든 사용자가 하나의 계정(UID)을 공유하여 작업을 실행하게 되므로 실행중인 작업이 어떤 사용자가 실행한 작업인지 구분하기 어려우며 따라서 사용자에 따른 정확한 시스템 사용 정보를 파악하기 어렵고, 문제가 있을 경우 책임의 소재를 가리기 힘들다는 단점이 있

다.[2]



(a) 하나의 로컬계정

(b) 일대일 대응



(c) 동적인 로컬계정 할당

그림1. 사용자와 로컬 계정으로 사상

그림1(b)는 모든 사용자를 위하여 1대1로 사상이 가능한 로컬계정을 만들어 두는 경우이다. 이 방법은 사용자가 일정 숫자 이상으로 늘어나게 되면 로컬계정을 더 이상 늘릴 수 없게 되므로 현실적인 방법이 되지 못하며, 관리자의 관리 부담이 너무 크다는 단점이 있다. 가장 이상적인 경우는 그림1(c)에서 나타난 바와 같이 로컬 계정은 일정 개수로 고정되어 있고, 사용자가 자원을 이용하려고 할 때 사용되지 않는 로컬 계정 하나를 동적으로 할당하여 사용하게 하는 방법이다. 즉, 사용자가 로컬 계정을 할당 받아 작업을 실행하면 해당 로컬계정 권한으로 작업이 실행되고, 작업이 모두 끝나면 사용했던 로컬 계정으로 실행된 모든 프로세스를 종료하고, 초기화시킴으로써 다른 사용자가 다시 이용할 수 있도록 하는 것이다.

### 4. 그리드 사용자 환경 설계

#### 4.1. 기본 개념

계산 그리드에서는 사이트 내의 다양한 컴퓨팅 자원을 많은 사용자들이 동시에 접속하여 이용하므로 사용자들이 특정 자원만을 집중적으로 이용하는 것을 방지하고, 흩어져 있는 자원들의 사용 상황을 한 곳에서 파악이 가능하여야 한다. 사용자 환경을 구축하기 위해서는 그리드 자원에 접속 형태, 사용자 인증 방법, 자원 사용량의 모니터링 등의 고려할 사항이 많이 있다.

본 연구에서는 사용자 인증을 위한 방법으로 PAM(Pluggable Authentication Module)[3]을 활용하였다. PAM은 응용 프로그램에서 사용자를 인증하는 방식을 시스템 관리자가 설정할 수 있도록 하기 위하여 사용자 인증 부분을 모듈로 구성해 넣을 수 있도록 한 라이브러리이다.

그림2는 클러스터에서 PAM을 이용한 사용자 인증 및 권한 허가 시스템의 구성을 나타낸다. 클러스터의 각 계산 노

드에는 PAM을 이용한 인증 모듈이 설치되어 있으며, PAM 모듈은 따로 분리되어 있는 인증관리서버에 접속하여 사용자 인증 정보를 확인하도록 되어 있다. 인증관리서버는 사용자인증과 관련된 사이트내의 모든 인증관련 정보를 유지하기 위한 정보를 관리한다.

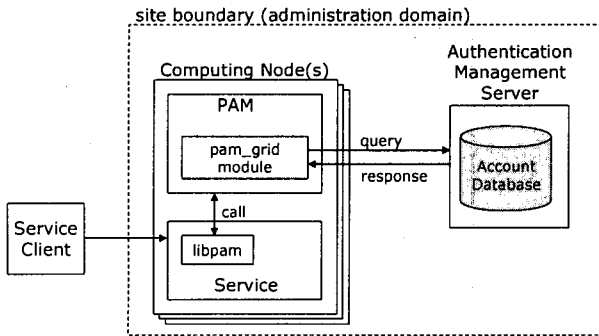


그림2. 클러스터에서 PAM을 이용한 사용자 인증

인증관리서버는 클러스터를 구성하는 호스트들의 인증 정보를 통합관리하며, 클러스터의 로컬 사용자 계정의 사용 현황을 관리하는 역할도 한다. 사이트 내에 클러스터가 여럿 존재할 경우 두개 이상의 클러스터를 하나의 인증관리서버가 관리하도록 할 수도 있을 것이다. 이와 같이 여러 호스트의 사용자 인증 정보를 중앙집중식으로 관리하면 다음과 같은 장점이 있다:

- 클러스터 노드의 사용현황을 인증관리서버가 관리할 수 있게 되므로, 노드 할당을 위한 정보를 이용할 수 있다.
- 현재 서비스를 이용하고 있는 사용자를 쉽게 파악할 수 있다.
- 여러 사용자가 하나의 로컬 계정을 놓고 충돌하지 않도록 로컬 계정의 할당을 조절할 수 있다.

#### 4.2. 동적 할당을 위한 확장

앞 절에서 설명한 인증관리서버를 이용하면 클러스터의 각 노드에서 제공하는 서비스를 하나의 서비스로 통합할 수 있을 뿐만 아니라, 적절한 서비스 노드를 선택하기 위해 인증관리서버가 유지하고 있는 정보를 이용할 수 있다. 그림3은 서비스 제공자의 앞쪽에 서비스 중개자(Service Broker)를 두고 이 중개자가 인증관리서버에 접속할 수 있게 함으로써, 서비스 노드의 동적인 할당이 가능하도록 한 것이다. 서비스 클라이언트는 최초로 서비스 중개자에게 접속하여 사용할 수 있는 서비스 노드들을 할당 받는다. 이때 중개자는 사용가능한 서비스 노드를 선택하기 위하여 인증관리서버를 이용한다. 왜냐하면 인증 관리서버는 어떤 노드의 어떤 서비스를 현재 어떤 사용자가 사용하고 있는 지에 관한 정보를 모두 파악하고 있기 때문이다. 서비스 중개자는 서비스가 어떤 형태이냐에 따라 클라이언트의 서비스 요청을 직접 서비스 제공 노드로 중개할 수도 있고, 단순히 선택한 서비스 노드의 주소와 인증정보만을 클라이언

트로 응답할 수도 있다.

각 노드에서 제공되고 있는 서비스들은 그것을 이용하는 사용자가 누구이며 사용한 어카운팅 정보를 인증관리서버로 전송한다.

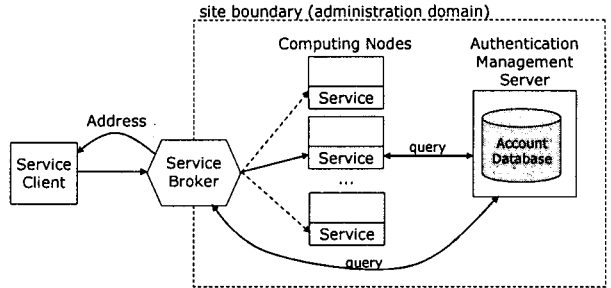


그림3. 서비스 브로커를 이용한 동적 서비스 할당

서비스 브로커는 서비스 요청을 상황에 따라 관리자가 설정한 정책에 따라 적절한 호스로 중개해 줄 있으므로 자원의 활용에 있어 자원의 관리 편의성을 높여준다. 인증관리서버에서 사용하는 인증서비스는 PAM 모듈만 작성하여 설정하여 주면되기 때문에 다양한 인증 방법을 쉽게 적용할 수 있다는 설계상 장점이 있다.

#### 5. 결론 및 향후연구

계산 그리드는 대용량 계산 자원의 효율적인 이용과 자원 공유를 위해 연구되고 있으며, 계산 그리드가 성공적으로 활용되기 위해서는 어카운팅에 관한 연구가 필수적이다.

본 논문에서는 계산 그리드에서 각각 독립된 그리드 자원들에 대한 관리 편의성을 높이면서도 어카운팅을 쉽게 만들 수 있는 사용자 환경을 설계하였다. 제안된 사용자 환경은 기존의 리눅스에서 널리 사용되고 있는 PAM을 이용하여 리눅스 클러스터에 바로 적용이 가능하며, 사이트내의 사용자 인증 정보를 한 곳에서 관리하므로, 관리 편의성을 높여준다. 자원의 사용 정보를 한곳에서 관리하므로 자원의 동적인 할당시 자원의 사용 상태를 쉽게 파악할 수 있다는 장점도 있다.

향후 연구로는 본 연구에서 설계된 사용자 환경을 직접 구현하고, 실제 계산 그리드에서 많이 사용되는 서비스에 적용하여 보는 것이다.

[1] Peter Gardfjall, "Accounting in Grid Environment" s, 2004, <http://www.cs.umu.se/~peterg/thesis/thesis.pdf>  
 [2] Thomas J. Hacker 외, "Account Allocations on the Grid", GGF1 Working Drafts, 2001, <http://www.ggf1.nl/abstracts/acct.html>  
 [3] Linux-PAM (Pluggable Authentication Modules for Linux) project, <http://www.kernel.org/pub/linux/libs/pam/>