

# 오픈 소스 기반 분산 자원 모니터링 시스템

한영주\*, 김대순\*\*, 윤찬현\*\*

\*한국과학기술원 정보전자연구소

\*\*한국과학기술원 전기및전자공학과

e-mail : {y.han, sundae21, chyoun}@kaist.ac.kr

## Open Source based Distributed Resource Monitoring System

Youngjoo Han\*, Daesun Kim\*\*, Chan-Hyun Youn\*\*

\*Info. & Electronics Research Institute, Korea Advanced Institute of Science and Technology

\*\*Dept. of Electrical Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology

### 요 약

그리드는 지역적으로 분산된 이기종 컴퓨팅 자원을 하나의 가상 컴퓨팅 환경으로 통합하는 분산컴퓨팅 기술이다. 그러나, 그리드는 지리적으로 분산된 지역에 흩어져 있는 다양한 형태의 하드웨어 및 소프트웨어 자원을 포함하고 있기 때문에 자원의 이기종 특성은 그리드에 대한 자원 모니터링 및 자원 정보 수집을 어렵게 만든다. 한편, 그리드 환경에서 효율적인 자원할당과 QoS 를 보장하기 위해서는 먼저 각 자원의 사용 가능한 정도를 정확히 파악하여야 한다. 본 논문은 정확한 자원을 측정하기 위한 리소스 모니터링 시스템을 제안한다. 다양한 하드웨어 및 소프트웨어에 대한 실시간 자원 정보를 통합하고 이를 제공할 수 있는 분산 자원정보 및 모니터링 시스템을 설계 및 구현하였다.

### 1. 서론

그리드[1]는 지역적으로 분산된 자원들을 묶어서 통합적으로 활용할 수 있는 컴퓨팅 환경을 제공한다. 그리드 자원은 서로 다른 하드웨어 플랫폼과 소프트웨어 스택으로 구성될 수 있는데, 프로세서 아키텍처의 차이 이외에도 운영 체제의 차이, 큐잉 시스템의 차이, 응용 라이브러리의 차이 등이 존재하게 된다. 이러한 그리드 자원의 이기종 특성은 사용자나 서비스 제공자가 그리드 자원에 대해 통합적으로 파악하는 것을 어렵게 만듦으로서 그리드에 쉽고 편리하게 접근하여 사용하는데 장애 요소로서 나타날 수 있다.

그리드 자원 정보 및 모니터링 시스템은 기존의 클러스터 자원 모니터링 시스템 등과는 구분되는 몇 가지 요구사항을 만족시킬 필요가 있다. 그리드는 다양한 하드웨어 및 소프트웨어 등 다른 형태의 자원을 가질 수 있으므로 다양한 형태의 자원을 수용할 수 있어야 한다. 또한, 통합 관리를 위해 단일 인터페이스로 추상화될 필요가 있다. 각 자원 고유의 인터페이스를 통해서 접근할 경우, 결과적으로 소프트웨어의 유지 및 보수의 어려움을 야기할 수 있기 때문이다. 마지막으로, 확장성을 고려해야 한다. 그리드 자원은 자원의 추가 및 삭제가 빈번히 일어날 수 있으므로 추가 및 삭제가 용이한 구조를 가져야 한다.

그리드 자원의 모니터링을 위해 사용되는 대표적인 오픈 소스는 Ganglia[2]이다. Ganglia 는 멀티캐스트 프로토콜을 사용하는 계층적인 모니터링 구조로 되어 있어서 확장성을 제공한다. 또한, 사용자가 정의한 자원 정보 요소의 추가가 가능하며, 수집된 자원 정보

는 RRD(Round-Robin Database)에 저장된다. 그러나, Ganglia 는 WSRF(Web Services Resource Framework)를 지원하지 않으며, 복잡한 형태의 자원 정보 요소 추가가 어렵다는 문제가 있다. 또한, 데이터베이스를 사용하지 않으므로 자원정보 히스토리 보관에 한계를 가진다.

본 논문에서는 그리드 자원 정보 및 모니터링 시스템의 요구사항을 기반으로 Ganglia 를 이용하여 분산된 자원에 대한 통합적인 자원 정보를 제공할 수 있는 자원 모니터링 시스템을 설계하고 구현하였다. 본 논문에서 개발된 분산 자원 수집 시스템은 그리드 테스트베드 상에서 실제로 운용되고 있으며 분산된 자원의 스케줄링을 위한 유용한 데이터로 사용됨에 따라 그 가용성 및 유효성이 증명되었다.

### 2. Distributed Resource Collection System

분산 자원 수집 시스템(DRCS)은 분산된 자원의 실시간 모니터링 정보 제공하기 위한 시스템이며, Ganglia 와 Iperf[3]를 이용하여 네트워크 및 분산된 자원의 실시간 상태를 모니터링하여 결과를 저장한다. 저장된 정보는 웹 서비스를 이용하여 자원 스케줄러에게 제공한다. 그림 1 에 도시된 것처럼 분산 자원 수집 시스템은 분산된 자원으로부터 자원 정보를 수집하는 서버와 각 분산된 자원에서 자원 정보를 추출하여 정보를 서버로 전송하는 에이전트로 구성되어 있다. 실시간으로 수집되는 자원 모니터링 정보는 6 가지 QoS factor 인 CPU, Memory, Storage, Bandwidth, Jitter, Loss rate 이다. 그림 1 에 도시된 것처럼 자원 수

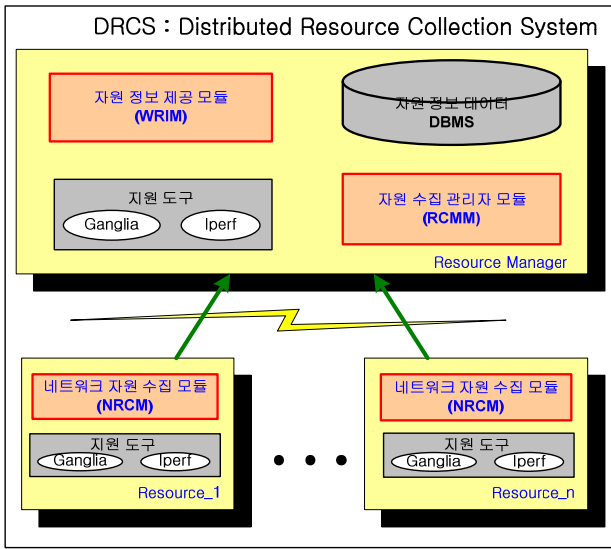


그림 1 분산 자원 수집 시스템 개념도

집 시스템은 수집된 자원 정보를 저장하기 위한 데이터베이스와 3 가지의 핵심 모듈로 구성된다: 자원 수집 관리 모듈 (Resource Collection Management Module), 네트워크 자원 수집 모듈(Network Resource Collection Module), 자원 정보 제공 모듈(Web based Resource Information Management Module).

먼저, 자원 수집 관리자 모듈은 분산된 자원의 실시간 상태를 모니터링하는 모듈이다. 즉, 분산된 각 자원의 CPU, Memory, Storage 정보를 추출하여 전체 자원 상태 정보를 관리 및 유지한다. 자원 수집 관리자 모듈은 자원 상태 정보를 수집하기 위해 주기적으로 Thread 를 생성하며 Thread 는 자원 수집을 위해 TCP 소켓 스트림을 사용한다. 분산된 자원으로 자원 정보가 추출하기 위해 XML 을 이용한다. 따라서 자원 수집 관리자 모듈은 XML 파일로부터 환경 설정에 필요한 값을 추출한다. 이때, XML 데이터 스트림 처리를 위해 DOM 객체를 사용하여 자원 정보값을 추출한다. 본 연구에서는 자원 수집 관리자를 오픈소스인 Ganglia 를 이용하여 구현한다.

둘째, 네트워크 자원 수집 모듈은 자원 수집 시스템과 각 분산된 자원 사이의 네트워크 자원 상태인 Bandwidth, Jitter, Loss rate 을 모니터링한다. 이를 위해 오픈소스인 IPerf 로부터 네트워크 자원 정보를 수집하도록 하여, 그 결과를 전달받는다. IPerf 를 주기적으로 호출하여 IPerf 처리 결과를 파싱하여 정확한 자원 정보를 추출한다. 추출된 정보는 Ganglia.gmetric 을 이용하여 자원 정보를 전파한다.

마지막으로, 자원 정보 제공 모듈은 실시간 자원 정보 열람에 대한 요청이 있을 경우 자원 정보를 제공한다. 자원 정보 제공 모듈은 Tomcat 의 Web Application 으로서 관리된다. 자원 정보 열람 요청은 Web Service 를 이용하여 이루어지므로 Tomcat 은 외부로부터의 HTTP 호출에 대응하여 SOAP 메시지를 자원 정보 제공 모듈에게 전달한다. 요청에 따라 자원 정보 제공 모듈은 자원 정보 DB 와 연동하여 적절한 데이터 검색 결과를 응답한다.

### 3. 시스템 구현

자원 수집 관리자 모듈은 지원도구(Ganglia, IPerf)에 의해 수집된 자원 정보를 주기적으로 DB 화 하는 역할을 하며 구현 사양은 다음과 같다.

- OS 플랫폼 : Red Hat Linux Enterprise 4
- DBMS : MySQL
- 구현 언어: JAVA

지원도구는 TCP 소켓을 통해 수집된 자원정보를 XML 형식으로 제공하고 있기 때문에 자원 수집 관리자 모듈은 소켓 접속 관리 및 XML 스트림 관리 기능을 수행한다. 또한, JAVA 의 DB 제어를 위한 효과적인 수행과 로깅을 위해 DB 관리 효율을 위한 프레임워크인 MyBatis[4]와 로그 처리를 위한 라이브러리인 log4j[5] 등의 JAVA 라이브러리를 사용한다. 이전에 언급한 것처럼 본 구현을 위해서 Ganglia 와 IPerf 를 이용하며 각각은 다음과 같은 특징을 가진다.

#### A. Ganglia

- Gmetad: 메타 데몬으로서, 모니터 데몬에 의해 수집된 자원 정보를 주기적으로수집하여 시계열 DB (RRD)에 저장하고 있으며, TCP 소켓을 통해 또 다른 시스템으로부터의 자원 정보 요청에 대하여 Ganglia-XML 형식으로 정보를 제공한다. 이러한 기능은 Ganglia 를 계층적인 구조로 쉽게 관리할 수 있도록 한다.
- Gmond: 모니터 데몬으로서, 로컬 시스템의 자원 정로를 각 자원 수집 규칙에 의해 수집하고, 수집된 정보를 ganglia-XML 형식으로 TCP/UDP 유니캐스트 또는 멀티캐스트로 전송한다. Multicast UDP 를 사용할 경우, 같은 네트워크에 존재하는 gmond 가 설치된 호스트들은 네트워크 내의 모든 호스트의 자원 정보를 동일하게 가지고 있다. 또한, TCP 소켓 요청에 대해, 수집된 자원 정보를 ganglia-XML 형식으로 제공한다. 이러한 기능은, 계층구조의 관리 그룹에 속하는 gmetad 로 하여금 네트워크 단위의 자원 수집 관리를 할 수 있게 한다.
- Gmetric: gmond 는 수집 대상 자원이 기본적으로 한정되어 있다. Gmetirc 는 이러한 한계를 극복하기 위한 도구로서, 임의의 자원 정보를 수집하여 gmond 에 전달할 수 있도록 한다.
- Web Monitoring Page: PHP 스크립트 파일로 구성되어 있으며, gmetad 의 의해 생성된 RRD 정보를 이용해, 웹 페이지에 다양한 그림 및 그래프로 표현한다.

#### B. Iperf

네트워크의 자원을 수집할 수 있는 오픈 소스이다.

- Iperf - s : iperf 서버이다. 클라이언트로부터 요청에 대응하며, 네트워크 성능을 수집한다.
- Iperf - c : iperf 클라이언트이다. 서버에 요청

을 보냄으로서 네트워크 성능을 수집한다.

그림 2 는 오픈 소스 기반의 분산 자원 모니터링 시스템을 기반으로 테스트베드를 구축하여 얻은 프로토타입을 나타낸 것이다.

#### 4. 결론 및 향후 연구

그리드는 지역적으로 분산된 자원들을 묶어서 통합적으로 활용할 수 있는 컴퓨팅 환경을 제공한다. 그러나, 그리드가 가지는 하드웨어 및 소프트웨어 이기종 특성은 사용자 혹은 그리드 서비스 제공자에게 장애 요소로 작용할 수 있다. 본 논문에서 구현한 분산 자원 정보 수집 시스템은 분산된 자원의 통합된 자원 모니터링을 가능하게 함으로서 복잡성을 극복할 수 있는 기반을 제공한다. 본 논문에서 구현한 분산 자원 수집 시스템은 테스트베드를 구축하여 그리드 환경에서 실제로 활용되고 있어 어느 정도로 가용성을 증명하고 있지만, 대규모 환경을 대상으로 한 그리드 및 클라우드 자원 정보 및 모니터링 시스템의 성능 이슈에 대한 고찰은 향후 연구 주제로 남아 있다.

#### Acknowledgement

본 논문은 2011 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단-차세대정보컴퓨팅기술개발사업[2011-0020522]과 BK21 사업의 지원을 받아 수행된 연구임.

#### 참고문헌

[1] Ian Foster and Carl Kesselman, "The Grid2: Blueprint for a New Computing Infrastructure," Morgan Kaufmann, CA, USA, 2003.  
 [2] Ganglia Monitoring System, <http://ganglia.sf.net/>  
 [3] Iperf, <http://sourceforge.net/projects/iperf/>  
 [4] MyBatis project, <http://www.mybatis.org/>  
 [5] Apache log4j, <http://logging.apache.org/log4j/>

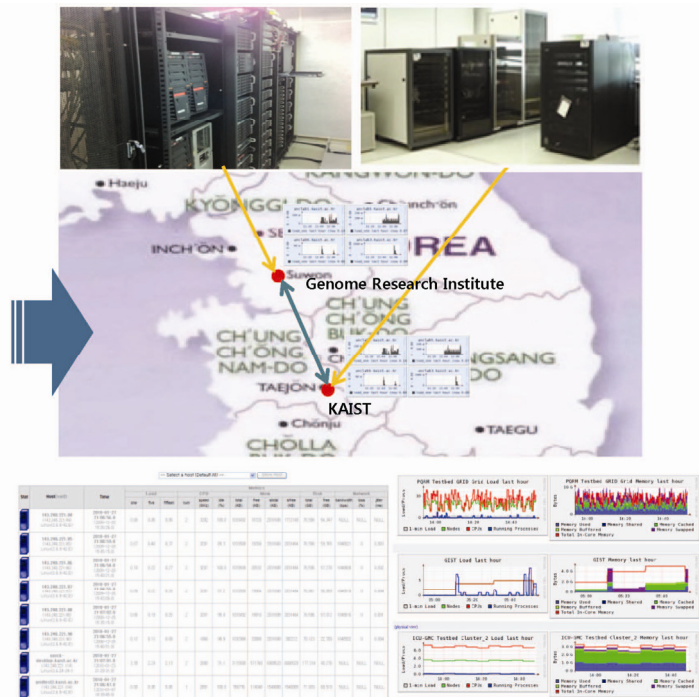
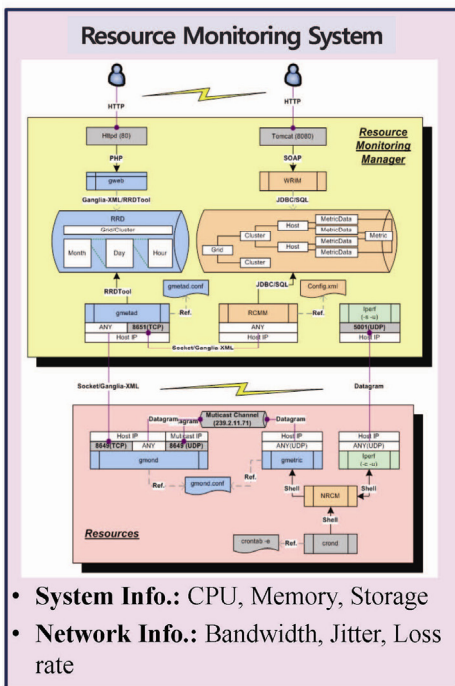


그림 1 분산 자원 수집 시스템 기반 테스트베드 구축 및 프로토타입