

# 그리드 미들웨어 QoS 최적화를 위한 자원 모니터링 시스템

허용석<sup>o</sup> 정재일\* 임홍빈\*  
한양대학교 정보통신공학과<sup>o</sup> 한양대학교 전자통신전파 공학과\*  
yshur<sup>o</sup>@mnlab.hanyang.ac.kr

## Resource Monitoring System for Optimized Grid Middleware QoS

Yongsuk Hur<sup>o</sup> Jaeil Jung\* Hongbin Yim\*  
Hanyang Univ. Dept. of Information and Communications<sup>o</sup>, Dept. of Electronic Communications Eng.\*

### 요약

그리드 환경에서 효율적인 자원할당과 QoS를 보장하기 위해서는 먼저 각 자원의 사용가능한 정도를 정확히 파악하여야 한다. 본 논문은 정확한 자원을 측정하기 위한 리소스 모니터링 시스템을 제안하였다. 그리드에서의 모니터링 시스템은 기존의 모니터링 시스템과 차별화 되어있기 때문에 GGF(Global Grid Forum)에서 제안한 자원 측정 요구사항을 수용하여 구현하였다.

### 1. 서론

분산 컴퓨팅 환경을 모니터링하고 관리하는 것은 고성능 컴퓨팅 환경을 제공할 수 있다. 그러므로 모니터링 데이터는 성능의 문제점을 파악하고 시스템의 성능을 향상시키는데 필요하다[1]. Computational Grid와 같이 보다 크고 복잡하고 넓게 분산된 분산시스템에서는 이러한 모니터링과 관리가 중요한 요소로 인식되어진다. 그러므로 그리드에서 효율적으로 자원을 관리하며 각각의 호스트의 자원에 적절한 Job을 부여하기 위해서는 실시간으로 각 호스트의 자원 상태를 모니터링하고 있어야 한다.

구현한 리소스 모니터링 시스템은 그리드 환경에서 적절한 자원 관리 및 QoS 보장을 위한 시스템으로서 기존의 분산 컴퓨팅 모니터링 시스템과 차별화를 두었다.

본 논문의 구성은 2절에서 현재 GGF에서 제안하는 모니터링 아키텍처에 대해서 설명하고 3절에서는 실질적으로 구현한 모니터링 시스템과 관련 연구에 대해서 논하며 마지막으로 4절에서는 결론 및 향후 과제에 대해서 논한다.

### 2. 관련연구

#### 2.1 그리드 모니터링 아키텍처

그리드 모니터링 시스템은 광범위한 지역의 수많은 이기종의 자원을 측정해야하기 때문에 기존의 일반적인 모니터링 시스템과 다른 특성을 가지고 있다. 그리고 이러한 모니터링 시스템은 다른 그리드 미들웨어와도 호환성이 있어야 한다[1]. 시스템이나 데이터의 성능 측정 정보는 다음과 같은 3가지의 특성을 가지고 있다.

- 성능 측정 정보의 유효시간이 짧다.
- 짧은 유효시간 때문에 업데이트가 자주 되어야 한다.
- 성능 측정 정보는 확률적이어야 한다.

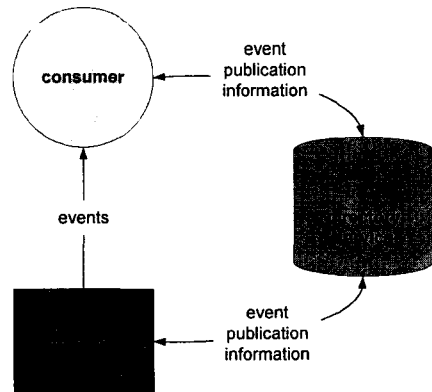
따라서 시스템은 다음과 같은 성능 측정 정보가 요구되어진다.

- Low Latency

- High data rate
- Minimal measurement overhead
- Secure
- Scalable

이러한 요구사항을 만족시키기 위해서는 모니터링 시스템이 측정 정보를 수집하고 전송하는 것과 연관된 오버헤드와 지연(Latency)을 정확하게 컨트롤해야 한다.

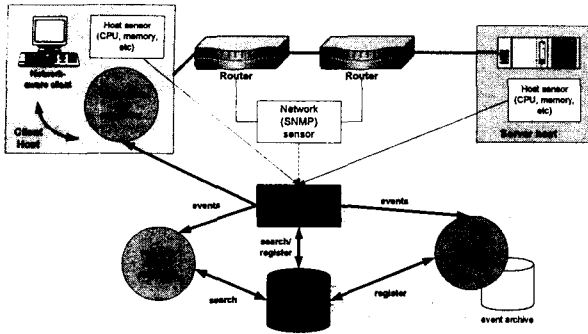
그리드 모니터링 시스템의 구성은 크게 Consumer, Producer, Directory Service로 이루어져 있다[그림 1].



[그림 1] 그리드 모니터링 시스템 구성도

Consumer는 성능 측정 정보를 사용하는 주체가 되고, Producer는 Consumer가 요구하는 성능 측정 정보를 실질적으로 측정하는 개체이다. 마지막으로 Directory Service는 이러한 Consumer와 Producer에 대한 정보를 가지고 있다. Consumer와 Producer는 Directory Service를 통하여 서로에 대한 정보를 이용하여 서로 연결을 이룬다. 성능 이벤트 데이터 즉, 성능 측정 정보는 Producer에서 Consumer로 바로 전송된다.

2.2 그리드 모니터링 시스템 구성도



[그림 2] 그리드 모니터링 시스템 구성도

그리드 모니터링 구성도[그림 2]에서 모니터링 시스템의 동작순서를 보면 먼저 Producer와 Consumer가 각자 자신의 존재를 디렉토리 서비스에 등록한다. Consumer가 디렉토리 서비스를 통하여 원하는 Producer에게 이벤트 요청을 하면 Producer는 하드웨어나 소프트웨어 센서를 통해서 요청 받은 모니터링 정보를 얻은 후 성능 측정 정보에 대한 이벤트 데이터를 요청한 Consumer에게 성능측정 정보를 전송하게 된다.

3. 시스템 구현

3.1 SNMP

SNMP(Simple Network Management Protocol)는 IP 장치를 관리하기 위하여 개발된 프로토콜로서 이를 이용하여 원격지에 떨어져 있는 라우터나 윈도우 시스템, 리눅스 시스템 등 SNMP 정보를 가지고 있는 다양한 장치들을 모니터링 할 수 있다[5][6]. SNMP는 MIB-II (Management Information Base, RFC 1213)라고 하는 각 장치별로 정의되어있는 시스템 측정 정보를 이용하여 대상 자원을 측정한다. MIB는 시스템별로 틀리며 이는 IETF RFC에 정의되어있다.

3.2 시스템 설계

리소스 모니터링 설계 시 네트워크 모니터링과 시스템 모니터링에서 각각 2가지의 파라미터를 모든 호스트에서 측정하였다. 먼저 네트워크 모니터링에서는 각 리소스의 대역폭과 지연시간(Delay), 시스템 모니터링에서는 사용 가능한 저장장치 용량과 CPU의 사용률을 측정하였다. 먼저 각 호스트의 네트워크 자원을 측정하기 위해서 GGF-NMWWG(Network Measurement Working Group)에서 제안한 네트워크 성능의 특성을 나타내는 스키마를 이용하였다[4].

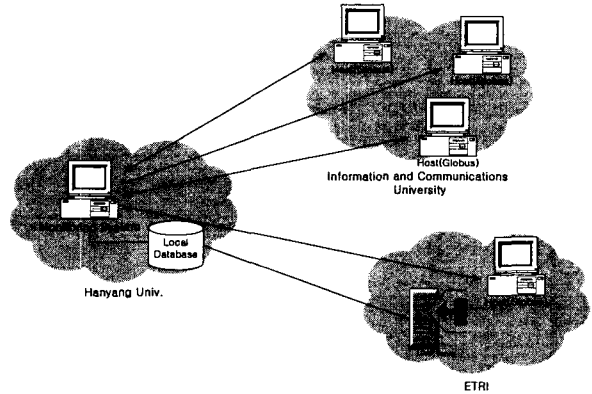
- path.bandwidth.available
- path.delay.roundTrip

path.bandwidth.available 스키마에서는 대역폭을 측정하면서 동시에 측정값을 실시간으로 그래프로 나타내기 위해서 MRTG를 이용하였다. path.delay.roundTrip 스키마에서는 ICMP를 이용하는 Ping을 사용하여 측정

하였다. Ping에서의 패킷 사이즈는 네트워크의 MTU보다 훨씬 작지만 이를 임의로 패킷 사이즈를 조절할 수 있게 구현하였다.

시스템 모니터링은 IETF에서 정의한 SNMP를 이용하여 측정하였다[6]. 리눅스 시스템을 측정하기 위해서 사용한 MIB는 다음과 같다.

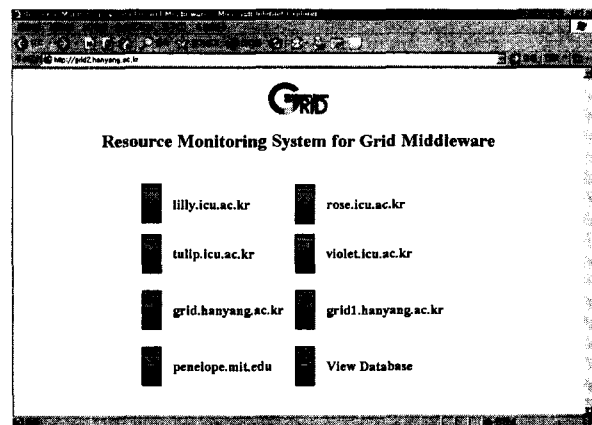
- Resource Workload : 1.3.6.1.4.1.2021.9.1.7.0
- Available Storage Capacity : 1.3.6.1.4.1.2021.9.1.7.0



[그림 3] 리소스 모니터링 시스템

[그림 3]은 리소스 모니터링 시스템의 환경의 나타낸 것이다. 측정대상인 Globus가 설치된 호스트들은 대전의 한국정보통신대학원에 위치하고 있으며 디렉토리 서비스를 위한 LDAP 서버는 대전의 전자통신연구원에 위치하고 있다. 리소스 모니터링 시스템은 각 호스트의 자원을 1분 주기로 측정하면서 실시간으로 그래프를 이용하여 표시하며, 로컬 데이터베이스와 LDAP 서버에 저장된다. LDAP 서버에 저장된 정보를 이용하여 QoS 보장을 위한 최적화된 자원 할당이 가능하다.

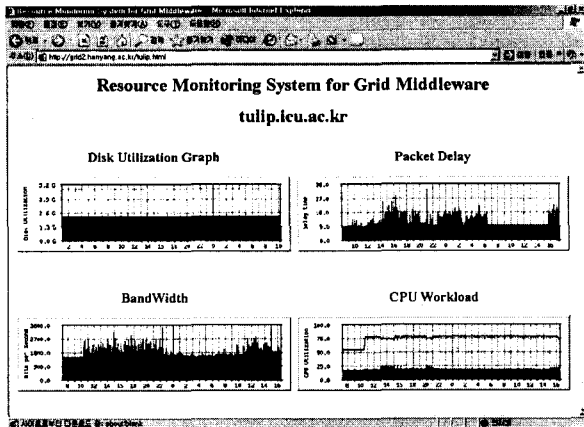
리소스 모니터링 시스템의 구현 GUI는 다음과 같다.



[그림 4] 리소스 모니터링 시스템

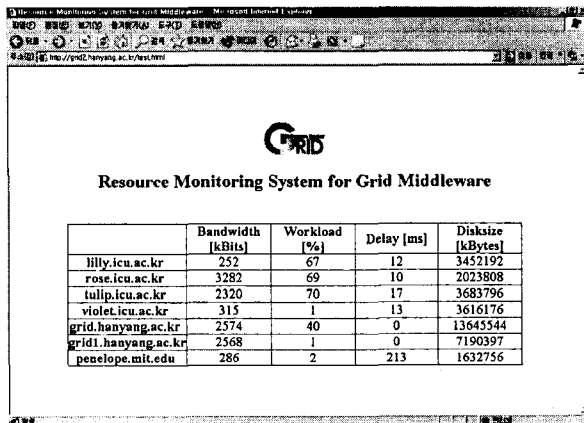
[그림 4]는 리소스 모니터링의 메인화면으로 각 자원

의 목록과 성능 정보가 저장되어지는 데이터베이스 서버 목록이 나온다. 각 자원은 추가 및 삭제가 가능하다.



[그림 5] 각 호스트별 자원상태 GUI

[그림 5]는 각 자원별로 측정된 정보를 실시간으로 그래픽으로 보여주는 화면이다. 각 파라미터별로 년간, 월간, 주간, 일간 그래프를 확인할 수 있다.



[그림 6] 실시간으로 업데이트되는 데이터베이스 GUI

[그림 6]는 가장 최근에 측정된 데이터를 웹브라우저에서 확인할 수 있는 화면이다. 각 컬럼은 왼쪽부터 Bandwidth, Workload, Delay, Storage Capacity를 나타낸다. 각 Row는 각 자원에서 측정되고 있는 각 파라미터의 값들과 대응된다. 파라미터의 값들은 실시간으로 LDAP 서버로 전송된다.

### 3.3 리소스 모니터링 시스템 시나리오

리소스 모니터링 시스템은 각각의 자원에 요구되는 성능 측정 정보를 1분 단위로 측정하며 동시에 측정 결과를 실시간으로 그래프를 이용하여 측정하며, 년간, 월간, 주간, 일간으로 구분하여 표시한다. 이렇게 측정된 데이터는 실시간으로 로컬 데이터베이스에 저장되며, 원격지

있는 LDAP서버로 측정 정보를 전송한다. 이러한 정보는 서로 다른 지역에 떨어져있는 Globus 기반의 리소스 매니지먼트 시스템에 의하여 최적화된 자원을 선정할 수 있다.

### 4. 결론 및 향후 과제

현재 그리드에서의 여러 자원 관리와 QoS 보장을 위해 기존의 Globus 미들웨어에 새로운 모듈을 추가하여 QoS 보장을 하려고 개발 중에 있다. 이러한 QoS를 보장하기 위해서는 각 자원의 정확한 정보를 실시간으로 제공해야 한다. 본 논문에서 구현한 시스템은 GGF에서 요구한 모니터링 시스템의 요구사항을 수용한다. 성능 측정 정보의 유효시간이 짧기 때문에 주기적으로 측정 정보에 대한 값을 측정 시 실시간으로 가시화(Visualization)하며 데이터베이스에 저장한다. 그리고 확률론적으로 시스템과 네트워크의 상태를 파악하기 위해서 측정된 정보를 데이터베이스에 저장하고 있다. 이를 모두 웹브라우저 상에서 실시간으로 확인할 수 있도록 함으로써 그리드 사용자나 시스템 관리자로 하여금 신뢰성이 있으며 사용의 편의성을 지닌 시스템을 구현하였다.

향후에는 리눅스 기반의 시스템뿐만 아니라 그리드에서 요구하는 이기종의 시스템에서도 측정하기 위한 시스템으로 확장할 것이며, 현재 1분 단위로 측정하는 측정 주기도 모니터링 시스템에 부하는 최대한 줄이면서 측정 주기를 초단위로 줄일 것이다. 그리고 그리드는 광범위한 지역의 무수히 많은 자원을 대상으로 하기 때문에 이를 커버할 수 있는 비침략적인(non-intrusiveness) 모니터링 시스템을 구현하는데 중점을 둘 것이다.

### 5. 참고문헌

- [1] B. Tierney, R. Aydt, D. Gunter, W. Smith, M. Swany, V. Taylor and R. Wolski, "A Grid Monitoring Architecture," GGF Performance Working Group, 2002
- [2] B. Tierney, B. Crowley, D. Gunter, M. Holding, J. Lee and M. Thompson, "A Monitoring Sensor Management System for Grid Environment," IEEE, 2000
- [3] B. Lowekamp, B. Tierney, L. Cottrell, R. Hughes-Jones, T. Kielmann and M. Swany, "A Hierarchy of Network Performance Characteristics for Grid Applications and Services," GGF Network Measurements Working Group, 2003
- [4] GGF Network Measurements Working Group, "Schema/Profile for Network Performance Measurement for Grids," GGF NMWG, 2003
- [5] D. Harrington, R. Presuhn and B. Wijnen, "An Architecture for Describing Simple Network Management Protocol(SNMP) Management Framework," IETF RFC, 2002
- [6] R. Mauro and J. Schmidt, "Essential SNMP," O'REILLY, 2001