

## 플랫폼 독립적인 웹서비스를 이용한 그리드 네트워크 성능 관리 시스템에 대한 연구\*

(A study of grid network performance management system through  
web service platform-independent)

송지현, 안성진\*\*, 정진욱

(Jihyun Song, Seongjin Ahn\*\*, Jinwook Chung)

### 요 약

슈퍼 컴퓨터의 등장으로 기존에는 풀지 못했던 과학적, 학술적인 문제들이 대부분 해결되었지만 슈퍼 컴퓨터 자체의 막대한 비용 문제는 여전히 풀지 못한 숙제로 남아 있다. 이에 일반 사용자의 컴퓨터의 유휴 자원을 통합하여 협업하는 그리드 컴퓨팅이라는 개념이 등장하였다. 한편 분산되어 있는 이기종의 시스템의 자원을 통합하여 관리하기 위해서 연결 지향적인 프로토콜들이 사용되었지만, 다른 프로토콜끼리는 호환성이 없는 등의 문제가 존재한다. 본 논문에서는 플랫폼 독립적인 XML 기반의 SOAP을 사용하는 웹 서비스를 이용하여 그리드 네트워크의 성능 정보를 관리해주는 시스템을 제안한다.

### Abstract

The advent of supercomputers contribute greatly in overcoming scientific and academic problems that were previously difficult to solve. However, the supercomputer itself suffers from the problem of being considerable cost. In response, the concept of grid computing, to use the resources of distribute computers connected with each other, was created. This system uses connection oriented protocols to integrate and manage the resources of different types of distributed systems, yet it has the problem of compatibility between protocols of other types. In this paper, a system to manage grid network performance through XML-based SOAP web service which is platform-independent, is proposed.

\* This work was supported by grant No. R01-2004-000-10618-0 from the Basic Research Program of the Korea Science and Engineering Foundation.

\*\* Corresponding author.

Key words : Grid Middleware, Web Service, JDBC, XML

© THE KOREAN SOCIETY FOR INDUSTRIAL AND APPLIED MATHEMATICS, 2006

## 1. 서 론

컴퓨터에 대한 전문적인 지식을 갖춘 사람들이 주로 컴퓨터를 사용하던 과거와는 달리 소프트웨어의 발달로 누구나 컴퓨터를 쉽게 사용할 수 있게 됨으로써 컴퓨터의 이용분야는 더 다양해졌으며, 더욱 빠르고 좋은 컴퓨팅 환경을 원하는 사람들로 인해 고사양의 컴퓨터가 등장하게 되었다. 하지만 대부분의 사용자들은 컴퓨터가 가지고 있는 기능의 100%를 다 사용하지 않으며 그로인해 유휴 컴퓨팅 자원이 넘쳐나게 되었다. 컴퓨터와 IT 산업의 발전과 더불어 여러 학문과 관련 산업도 발전해왔으며, 과거에는 컴퓨팅 자원의 부족으로 풀지 못했던 문제들을 남아도는 유휴 컴퓨팅 자원을 모아 협업을 통해 해결하고자 하였다. 이렇게 지리적으로 분산되어있는 컴퓨팅 자원을 통합하여 서로 협업하기 위한 기반구조를 그리드(Grid)라고 한다.[1] 그리드 컴퓨팅(Grid Computing)이 성공하기 위해서는 지리적으로 분산된 자원들 간에 데이터의 흐름이 원활하게 이루어져야 한다. 하지만 아무리 고속의 네트워크로 연결되어 있어도 링크의 병목 현상이나 네트워크 장비의 과부하 현상 등이 발생할 수 있다. 이를 관리하지 않고 방치한다면 그리드 컴퓨팅의 소기의 목적을 달성할 수 없으며 자원의 낭비를 초래한다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 많은 네트워크 성능 측정 시스템이 개발되었다. 그러나 기존의 네트워크 성능 측정 시스템은 측정 당시의 네트워크 상태를 확인하는 기능을 중심으로 개발되어, 측정 결과를 활용하기 위해서는 관리자의 능동적인 대처가 필요하였다. 또한 대부분의 측정 시스템이 특정 운영체제와 언어에 국한되어 개발되는 경우가 많아서 측정 결과를 자유롭게 활용하기에는 제약이 많았다. 따라서 본 논문에서는 실행 플랫폼에 독립적인 웹 서비스의 특징을 이용하여 성능 측정 시스템의 측정 결과를 저장해 둔 데이터베이스에 접근하여 원하는 정보를 가져와서 그리드 미들웨어(Grid Middleware)에 제공해주는 웹 서비스를 제안하였다. 그리드 미들웨어가 원격지 시스템들에 작업을 할당하기 위해 해당 링크의 성능을 요청할 경우 그 결과를 웹 서비스를 통하여 간단하게 전달할 수 있는 시스템을 개발하여 보다 안정적이며 효율적인 그리드 컴퓨팅을 지원하고자 한다.

## 2. 관련연구

### 2.1. 그리드 미들웨어

그리드는 지역적으로 분산돼 있는 이기종 간의 자원들을 통합하여 마치 하나의 컴퓨터를 사용하는 것처럼 사용자 환경을 지원하는 통합 컴퓨팅 시스템이다. 이를 가능하게 하는 핵심 기술이 바로 그리드 미들웨어이다. 그리드 미들웨어는 그리드 네트워크로 연결된 유휴 자원들을 찾아내는 자원검색서비스, 할당된 작업들의 처리 순서를 결정해서 분산하는 작업 스케줄링 서비스(Job Scheduling Service), 시스템 안정을 위한 보안 서비스, 컴퓨팅 자원들을 사용할 때 발생하는 비용 처리를 위한 사용자 계정 서비스, 원격의 자원에 접근하기 위한 저장 장치 액세스 등의 핵심 서비스들을 제공하기 위해 구현된다.[2, 3] 이러한 미들웨어는 연결된 자원들을 하나의 가상 시스템으로 보이도록 하며 사용자들은 이 가상 시스템 위에 분산된 자원을 효율적으로 활용할 수 있는 응용을 실행하게 된다. 이러한 미

들웨어 구축은 그리드 네트워크의 핵심이며 가장 어려운 기술이라고 할 수 있다.

이런 기능을 수행하는 미들웨어 중 글로버스 툴킷(GT: Globus Toolkit)은 가장 많이 알려진 미들웨어 툴킷으로써 현재 버전 4까지 발표되었다.[4]

## 2.2. OGSA/OGSI

분산돼 있는 환경을 통합하는 기술로 요즘 각광받고 있는 것은 웹 서비스(Web Service) 기술이다. 사용자는 서비스에 대한 스펙만 알면 어떤 환경이나 언어를 이용해도 사용할 수 있다. 이에 따라 마이크로소프트 및 IBM 같은 거대 기업에서 웹 서비스를 확산 시키기 위해 많은 노력을 기울이고 있다. 그리드 또한 원격지에 있는 이기종 시스템 자원 간의 통합이라는 특성에 걸맞게 그리드 서비스를 웹 서비스 기술을 이용해서 표준화된 기술로 정의하고자 하는 노력이 있었고, IBM에서 시작되어 지금은 그리드에 대한 표준을 담당하고 있는 GGF(Global Grid Forum)에서 OGSA(Open Grid Services Architecture)/OGSI(Open Grid Service Infrastructure) 워킹 그룹들을 통해 활발히 진행되고 있다.

OGSA는 그리드 서비스를 바탕으로 한 분산 시스템 프레임워크를 만들기 위해 그리드 기술을 웹 서비스 기술과 통합한 구조이고, OGSI는 OGSA 구조가 기반으로 하고 있는 그리드 서비스에 대한 기본 인프라를 정의하고 있다.[5,6]

여기서는 그리드 서비스들이 만들어져 관리되고 정보를 교환하는 것에 대한 인터페이스와 기술적 묘사를 명확히 정의하고 있다. 상당히 크고 복잡한 분산 응용프로그램에서 일반적으로 필요한 고장관리, 보완관리, 지속관리 등을 다 포함하고 있다. 웹 서비스는 서비스를 명시하는 방법으로 WSDL(Web Service Definition Language)를 사용하게 되는데 OGSI 또한 이것을 확장해 사용하고 있다.[7]

## 2.3. 웹 서비스

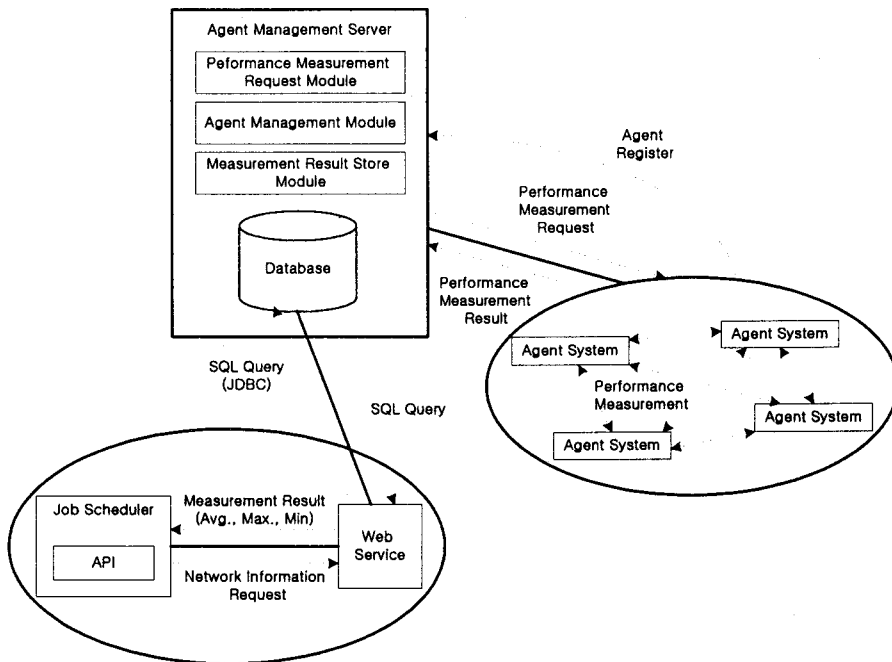
기존 분산 컴퓨팅 환경에서 사용되는 OMG와 CORBA, DCOM 등의 연결 지향적인 프로토콜은 연결된 상태에서 갑작스런 연결 끊김이 발생했을 경우에 적절히 대응하지 못하며, 수천 개의 클라이언트가 서버로 연결되어 있는 경우, 이미 비 활동 중인 클라이언트로 인해 서버 쪽의 귀중한 자원이 낭비될 수도 있다. 또한 이와 같은 연결 지향적인 프로토콜은 대부분 방화벽을 통과하지 못하여, 보안이 강화되고 있는 현재의 인터넷 상에서 분산 컴퓨팅에 사용되기 어려웠다. 그리고 이런 프로토콜 간에는 호환성이 없어 같은 프로토콜을 사용하는 클라이언트와 서버만 통신이 가능하다는 문제점이 있었다.

비즈니스 사업 규모가 커지고, 전자상거래가 활발해짐에 따라 서로 다른 시스템 간의 연동은 불가피하게 되었으며, 적은 비용으로 이종의 시스템을 통합시키는 새로운 기술이 연구되기 시작하였다.[8] 그 결과로 웹 서비스 기술이 탄생한 것이다. 그리드 미들웨어는 이러한 웹 서비스 메커니즘으로 구현된 소프트웨어 컴포넌트의 집합으로 이루어져 있다.

### 3. 웹 서비스의 구조와 동작과정

#### 3.1. 웹 서비스의 구조

그림은 그리드 미들웨어 상에서 네트워크 성능 측정 정보를 제공하는 웹 서비스 시스템의 구성도를 나타낸 것이다. 본 시스템은 에이전트의 정보를 관리하고 주기적으로 성능 측정 명령을 내리는 관리서버와, 관리서버의 측정 요청을 받아들여 직접 성능 측정을 하는 에이전트 시스템, 관리서버의 DB에 저장되어 있는 측정 결과 값을 가져오는 웹 서비스와 웹 서비스에 접근하여 측정 결과를 요청하는 API로 구성되어 있다.

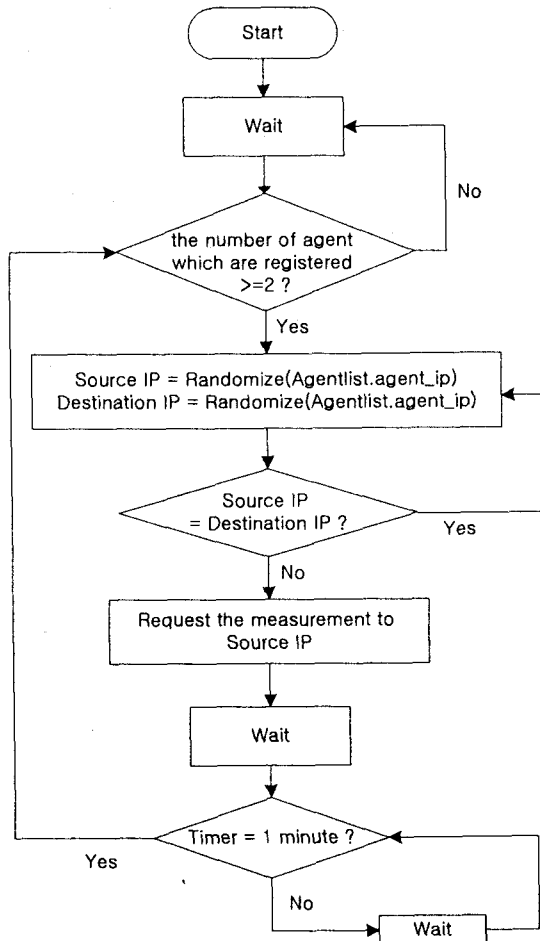


[그림 1] 전체 시스템 구성도 (Architecture of Whole System)

#### 3.2. 웹 서비스의 동작과정

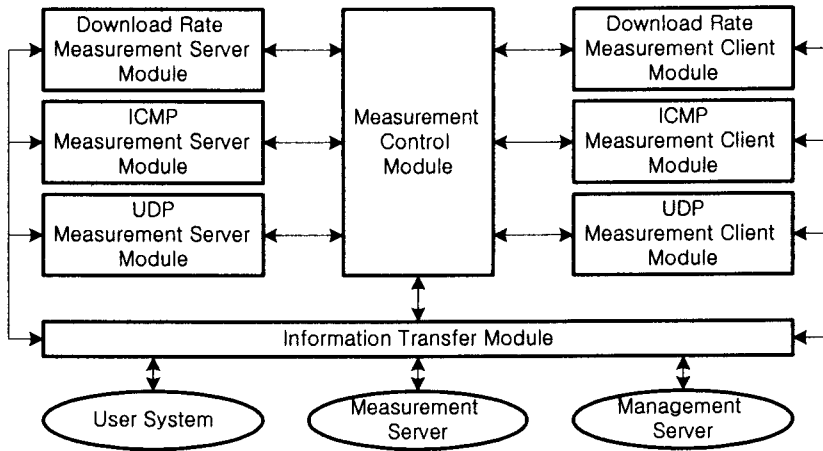
성능 측정 시스템의 동작 시나리오는 다음과 같다.

에이전트 시스템들이 에이전트 관리 서버에 등록하면, 관리 서버는 접속한 에이전트 시스템이 2개 이상이 되면 성능 측정 요청을 한다. 이 때 접속한 에이전트 리스트에서 랜덤하게 2개의 에이전트를 뽑아 1분 간격으로 요청을 하게 된다.



(그림 2) 관리서버의 절차도 (Procedure of Management Server)

송신 에이전트로 선택된 에이전트 시스템에 성능 측정 요청이 도달하면 송신 에이전트는 수신 에이전트로 선택된 에이전트와 소켓 연결을 한 후, Download test, ICMP test, Streaming Test를 하여 TCP bandwidth, ICMP delay, ICMP loss, UDP delay, UDP loss를 구한다. 측정이 끝나면 측정 결과를 관리 서버로 전송하고, 관리 서버는 해당 정보를 DB에 저장해둔다. DB에 데이터가 쌓여있는 상태에서 그리드 미들웨어의 작업 스케줄러가 노드간의 네트워크 상태를 점검하여 작업을 예약하고자 웹 서비스에 네트워크 상태 정보를 요청하고, 웹 서비스는 관리 서버의 DB에 접근하여 해당 정보를 가져온 후 작업 스케줄러에 제공할 수 있다. 본 논문에서는 작업 스케줄러가 웹 서비스에 네트워크 정보를 요청하는 부분을 API로 대체하여 개발하였다.



(그림 3) 에이전트 간의 성능 측정 모듈  
(Performance Measurement Module of Agents)

#### 4. 구현 및 가상 시나리오

본 시스템은 Redhot Linux 9.0에 GT 4.0을 기반으로 개발되었다. DB는 Mysql 4.1로 구성되었으며, 웹 서비스의 Core Language는 JAVA이다. DB에 접근하기 위해 사용된 드라이버는 JDBC 드라이버 타입 4이다.

논문의 시스템은 다음과 같은 시나리오로 이용될 수 있다.

그리드 미들웨어의 작업 스케줄러가 Access Grid 상에서 스트리밍 비디오 데이터를 전송하기 위해 금일 저녁 7시부터 9시까지 작업을 예약해두려 한다고 가정하자. Access Grid 상에서 비디오 데이터를 전송하기 위한 최소 UDP Loss율은 25%이다. 작업 스케줄러는 최근 일주일간 저녁 7시부터 9시까지의 평균 UDP Loss율과 최대, 최소 UDP Loss율, 가장 최근에 측정된 측정값을 웹서비스에 요청한다. 웹서비스는 관리서버의 DB에 쿼리문을 이용하여 질의하고 결과값을 작업 스케줄러에게 넘겨준다.

```

203.255.252.146 - CRT
File Edit View Options Transfer Script Window Help
[globus@jisan api_v1]$ #*Result
Usage: #*Result -s sourceIP -d destinationIP -p protocol -m metric -t day/fromtime/totime
      protocol : ICMP      metric : bandwidth
      UDP          delay
      ICMP         loss
      UDP          delay
      ICMP         loss
      day : a space of day
Example: #*Result -s 203.255.252.136 -d 203.255.252.146 -p ping -m delay -t 7/19/21
-during these 7 days from 19:00 to 21:00, ping delay of from 203.255.252.136 to 203.255.252.146
[globus@jisan api_v1]$ #*Result -s 203.255.252.136 -d 203.255.252.146 -p ping -m delay -t 7/19/21
IP : From 203.255.252.136 To 203.255.252.146
Day : November 6 ~ November 12
Time : 7:00 PM ~ 9:00 PM
Protocol : UDP
Metric : Loss
Avg. : 0.87 %
Min. : 0 %
Max. : 15 %
The Latest Measurement Result : 0.9 %
[globus@jisan api_v1]$
[globus@jisan api_v1]$
[globus@jisan api_v1]$
[globus@jisan api_v1]$
Ready
  
```

(그림 4) 웹서비스로부터 얻은 결과값 (Result of Web Service)

## 5. 결 론

본 논문에서 제안하는 웹 서비스는 기존의 그리드 자원 간의 성능 측정 모델에서 나아가 측정 결과를 그리드 미들웨어에 제공할 수 있다는 확장성과 특정 일, 특정 시간대에 따른 네트워크의 성능을 분석하여 그 결과를 보다 안정적이고 신뢰성 있는 작업 스케줄링의 판단 기준으로 사용할 수 있다는 특징을 가지고 있다. 또한 가장 최근의 측정 결과를 보여주어 과거의 평균적인 값과 함께 앞날의 네트워크 상태를 예측할 수 있는 지표로 삼을 수 있다. 이는 결과적으로 그리드 컴퓨팅의 효율적인 작업 수행에 도움을 준다.

또한 일반 사용자들에게 생소한 리눅스 환경이지만 간단한 한 줄의 명령이면 측정 결과를 볼 수 있으며, TCP bandwidth, ICMP loss, ICMP delay, UDP loss, UDP delay 등 프로토콜별 차별화된 성능 측정을 통하여 좀 더 신뢰성 있는 정보를 제공한다. 향후에는 본 논문에서 제안한 성능 측정 시스템의 과거 측정 데이터를 기반으로 예측 데이터를 뽑아낼 수 있는 시스템을 연구할 계획이다.

## 참 고 문 헌

1. I. Foster and C. Kesselman, "The Grid: Blueprint for a Future Computing Infrastructure," 1999.
2. K. Czajkowski, S. Fitzgerald, I. Foster, C. Kesselman. "Grid Information Services for Distributed Resource Sharing". Proceedings of the Tenth IEEE International Symposium on High-Performance Distributed Computing (HPDC-10), IEEE Press, t 2001.
3. Foster, I., Kesselman, C., Nick, J. and Tuecke, S. The Physiology of the Grid: An Open Grid Services Architecture for Distributed Systems Integration, Open Grid Service Infrastructure WG, Global Grid Forum, 2002.
4. Yingjie Xia, Yao Zheng and Yudang Li, A Public Grid Computing Framework Based on a Hierarchical Combination of Middleware, International Workshop on Web-Based Internet Computing for Science and Engineering (ICSE 2006), 2006
5. I. Foster, C. Kesselman, J. Nick, and S. Tuecke. Grid Services for Distributed System Integration. IEEE Computer, 35:37 - 46, 2002.
6. Foster, I., Berry, D., Djaoui, A., Grimshaw, A., Horn, B., Kishimoto, H., Maciel, F., Savva, A., Siebenlist, F., Subramaniam, R., Treadwell, J. and Reich, J.V. Open Grid Services Architecture V1. 2004.
7. S. Tucke, K. Czajkowski, J. Frey, et al. Open Grid Services Infrastructure(OGSI) Version 1.0. Technical report, Global Grid Forum, 2003.
8. Booth, D., Haas, H., McCabe, F., Newcomer, E., Champion, M., Ferris,

C. and Orchard, D. Web Services Architecture. W3C, Working Draft  
<http://www.w3.org/TR/2003/WD-ws-arch-20030808/>, 2003.



**송 지 현(Jihyun Song)**

- e-mail : jhsong@songgang.skku.ac.kr
- 2005년 성균관대학교 컴퓨터교육과 졸업(학사)
- 2005년~현재 성균관대학교 컴퓨터공학부 대학원 석사과정
- 관심분야 : IPv6, 유무선 통합 네트워크, 네트워크 보안



**안 성 진(Seongjin Ahn)**

- e-mail : sjahn@songgang.skku.ac.kr
- 1988년 성균관대학교 정보공학과 졸업(학사)
- 1990년 성균관대학교 대학원 정보공학과 석사
- 1990년~1995년 시스템공학연구소 연구 전산망 개발실 연구원
- 1998년 성균관대학교 대학원 정보공학과 박사
- 1999년~현재 성균관대학교 컴퓨터교육과 부교수
- 관심분야 : 네트워크 관리, 트래픽 분석, 보안 관리



**정 진 욱(Jinwook Chung)**

- e-mail : jwchung@songgang.skku.ac.kr
- 1974년 성균관대학교 전기공학과 학사
- 1979년 성균관대학교 대학원 전자공학과 석사
- 1991년 서울대학교 대학원 계산통계학과 박사
- 1982년~1985년 한국과학기술 연구소 실장
- 1981년~1982년 Racal Milgo Co. 객원연구원
- 1985년~현재 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부 교수
- 관심분야 : 컴퓨터 네트워크, 네트워크 관리, 네트워크 보안