

그리드 응용과 서비스를 지원하기 위한 네트워크 관리 시스템 설계

임문희*, 김태경*, 이만희**, 정태명*

*성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터 공학과

**한국과학기술정보연구원

e-mail : {mhlm, tkkim, tmchung}@rtlab.skku.ac.kr*

mhlee@kreonet2.net**

Network Monitoring Infrastructure for Grid Application and Services

Lim moon-hee*, Kim Tai-Kyung*, Lee man-hee**,

Chung tai-myung*

Dept. of Electrical & Computer Engineering Science,

Sung Kyun Kwan University*,

Korea Institute of Science and Technology Information**

요 약

그리드는 전세계적으로 분산되어 있는 다양한 고성능 장비뿐만 아니라 개인 PC까지 연결하여 가상
의 단일 시스템을 구축하는 것을 의미한다. 그리드 환경에서 거대 문제(Grand Challenge Problem)을 해
결하기 위해서는 그리드 기반 구조의 구축, 그리드 미들웨어의 개발, 그리드 어플리케이션과 포탈의
연구 및 개발이 이루어져야 한다. 본 논문에서는 이러한 특정 어플리케이션을 최적으로 지원할 수 있
는 그리드 네트워크 구축을 위한 요구사항 명세와 이러한 정보들을 그리드 어플리케이션에 피드백으
로 결합하여 그리드 환경에서 어플리케이션을 효과적으로 운영, 관리할 수 있는 시스템을 설계한다.

1. 서론

1990년대 후반의 인터넷 혁명을 주도한 WWW
의 등장과 비견될 만한 것이 최근에 가장 이슈가 되
고 있는 그리드이다. 그리드는 전세계적으로 분산되
어 있는 고성능 컴퓨터, 대용량의 저장장치, 첨단
의 연구장비 뿐만 아니라 각 분야의 전문가들을 유기적
으로 연결하여 자원 어플리케이션의 효율을 높이고
기존의 방법으로 해결이 불가능했던 거대 문제들을
풀 수 있는 환경을 제공하는 것이다. 그리드는 크게
그리드 인프라를 구성하는 네트워크, 그리드 미들웨
어 그리고 그리드 툴킷과 어플리케이션으로 구성되
다. 그리드 네트워크의 구축과 운영은 그리드 어플
리케이션에 대한 지원과 네트워크 기술 지원을 포함
하며 지역적으로 분산되어 있는 컴퓨팅 및 첨단 장
비의 공유와 사용자간의 분산 협업을 지원 할 수 있
어야 한다.

본 논문은 그리드 환경에서 그리드 어플리케이션
들에 특성화된 네트워크를 구성하기 위해 각 어플리
케이션의 성능 요소를 수집 및 분석하기 위한 관리
구조를 설계하고, 그러한 분석 결과를 바탕으로 최
상의 그리드 네트워크를 구성하기 위한 요구사항들
에 대한 명세서를 작성한다. 일반적인 클러스터 시
스템 구조나 병렬 프로세싱 구조에서 가지는 네트워
크의 특성들은 기본적인 특성으로 포함된다.

본 논문은 총 5장으로 구성된다. 2장에서는 그리
드 어플리케이션을 지원할 수 있는 그리드 네트워
크의 성능 및 시스템 상의 어플리케이션 성능 특성들
을 서술하고 3장에서는 그리드 특정한 어플리케이션
이 가질 수 있는 특징과 4장에서는 현재 가장 널리
이용되고 표준화된 그리드 미들웨어인 글로버스의
정보 서비스를 이용하여 상위 어플리케이션의 처리
성능을 추출하고 하위 네트워크/데이터 링크 계층에

적용할 수 있는 시스템 구조를 설계한다. 그리고 마지막 5장에서는 본 시스템을 실제로 구현하여 효과적인 네트워크를 구성하기 위한 연구 진행 방향과 향후 계획을 밝힌다.

2. 그리드 응용 성능 정보 및 서비스 구조

그리드 환경에서 분산된 이종의 자원을 이용하는 것은 사용자들이 실행하고자 하는 데이터를 가지고 실제적으로 각 장비상의 어플리케이션을 이용하는 것을 의미한다. 그리드 환경에서의 어플리케이션은 네트워크 자원의 지원을 바탕으로 설계되며 대량의 데이터 처리에 따른 대용량 전송과 고속 연산에 따른 초고속 전송이 필요하다. 이러한 어플리케이션을 이용하기 위해서는 시스템에서 현재 이용 가능한 자원들의 상태 정보들과 네트워크 정보가 필요하다. 또한, 첨단 장비의 공유에 따른 지연시간과 데이터 전송 및 처리 시 에러의 극소화 등 신뢰성이 보장되어야 한다[3]. 따라서 그리드 네트워크는 광대역폭을 통하여 대용량의 초고속 데이터 네트워킹을 지원하며 성능측정, QoS, 멀티캐스트 등을 통하여 네트워크의 안정성과 성능을 보장하고 보안 기능의 강화를 통해 사용자의 데이터를 보호 할 수 있는 고성능 네트워킹 서비스를 요구한다[5].

[표 1] 그리드 네트워크/시스템 성능 특성

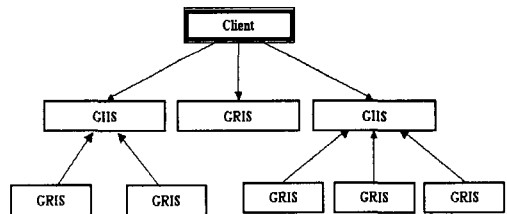
구분	Name	Description
Network Performance Information	Mds-Net-TX	송 전송량
	Mds-Net-RX	송 수신량
	Mds-Net-Bandwidth	Network의 Bandwidth
	Mds-Net-Delay	Network의 평균 전송 지연
	Mds-Net-Jitter	Network Jitter
	Mds-Net-StartTime	Session의 시작 시간
	Mds-Net-EndTime	Session의 종료 시간
	Mds-Net-BufSize	Session의 Buffer Size
	Mds-Net-WndwSize	Window Size
	Mds-Net-SessionTX	Session에서 전송된 Packet량
	Mds-Net-SessionRX	Session에서 수신된 Packet량
	Mds-Net-PktLoss	Session의 loss/Error가 발생한 Packet량
	Mds-Net-Request	MDS 쿼리 요청 시간
	Mds-Net-Reply	MDS 쿼리 응답 시간
	Mds-Net-RN	router 홑 수
System Performance Information	Mds-Sys-OS	시스템 OS 정보
	Mds-Sys-Disk	Disk 사용량
	Mds-Sys-Memory	Memory 사용량
	Mds-Sys-CPU	평균 CPU 처리량
	Mds-Sys-Uptime	어플리케이션 처리 시간
Mds-Sys-Threshold	동적 임계치	

[표 1]은 위와 같은 서비스를 제공하기 위해 필요한 네트워크 및 시스템 정보들을 나타낸다. [표 1]에서는 수집 가능한 정보들을 네트워크 성능 정보와 시스템 성능 정보로 구분하였다. Name(이름) 항목을 각 성능 요소들이 실제 그리드 정보 서비스를 지원하는 LDAP 서버에 저장될 때의 네이밍 규칙을 적용한 것이다.

기존 글로버스의 정보서비스 정보 제공 서버로 이용되는 LDAP에서는 시스템 운영체제나 메모리 정보, 네트워크 주소, 인터페이스 이름 그리고 최대 데이터 전송 단위정도의 정보만을 제공한다. 그러나 [표1]은 그리드의 응용과 서비스를 효과적으로 지원하기 위해 본 시스템 상에서 측정해야 할 특성들을 LDAP 구성요소로서 추가하였다.

[표1]과 같은 그리드 기반의 정보들은 GIS(Grid Information Service)에 의해 제공된다. GIS는 각각 장비나 클러스터 등 그리드로 연결된 시스템의 가능한 모든 상태 정보들을 저장하고 관리할 수 있다[1]. GIS구조에서 이러한 정보들은 각 시스템 장비에 포함되어 있는 정보 제공자(Information Provider)에 의해 수집된다.

이렇게 측정된 정보 데이터들은 주기적으로 로컬 자원 관리 서비스를 제공하는 GRIS(Grid Resource Information Service)에 메타데이터로써 전달 및 저장된다. GRIS의 정보들은 GIIS(Grid Index Information Service)로 취합(Aggregation)되는데 GIIS는 GRIS의 정보를 모아 가상의 통합된 정보 서비스를 제공한다. 이러한 정보 제공 서비스는 일련의 계층적 구조를 가지게 되며 [그림 1]은 이러한 계층적 구조를 보여준다.



[그림 1] GIS 계층 구조

사용자는 필요한 자원에 대해 GIIS로부터 자원 리스트를 요청하거나, 직접 GRIS에 접속하여 특정 호스트내의 하드웨어와 소프트웨어 사양 혹은 네트

워크 및 시스템 상태 정보 등의 메타데이터를 얻을 수 있다.

3. 그리드 응용 특성 명세

그리드의 핵심적인 목적은 서로 다른 지역에서 이종의 시스템 상의 어플리케이션이나 그 실행에 필요한 자원을 효율적으로 이용하는 것이다[4]. 즉, 사용하길 원하는 자원의 위치나, 필요한 자원의 종류 등을 사용자가 알 필요 없이 마치 데스크톱을 이용하듯 전세계의 컴퓨터를 사용할 수 있게 되는 것이다. 그러나 전세계에 흩어져 있는 시스템들은 서로 다른 플랫폼에서 다른 운영체제, 메모리 구조 및 용량, 통신 메커니즘을 가지고 있기 때문에 실제로 어플리케이션을 실행하기 위해서는 이러한 요소들에 대한 통일적인 정보를 제공하는 일반적인 메커니즘이 필요하다. 이러한 메커니즘을 개발하기에 앞서 그리드 환경에 적합한 어플리케이션들의 중요한 특징들을 살펴보자.[2]

- 어플리케이션 실행 특성 정보 : 계산 모델, 데이터 구조의 사이즈나 수, 데이터 통신 패턴, 메모리 요구사항 등.
- 시스템 내부 작업 시 통신 정보 : 개별 작업을 위한 데이터 포맷, 파이프라인 사이즈, 통신 규칙과 빈도 등.
- 어플리케이션 구조 정보 : 입/출력 요구사항, 통일된 데이터 구조, 반복 패턴 등.

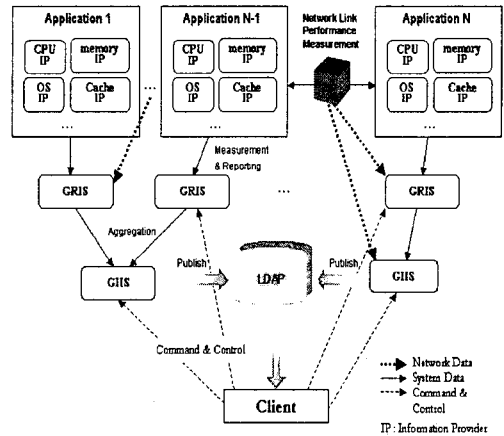
이러한 어플리케이션에 특정한 정보들의 취합을 통해 작업을 능률적으로 배치하고 수행할 수 있으며, 시스템과 네트워크 자원을 효율적으로 할당 할 수 있다.

4. 응용 성능 측정을 위한 시스템 설계

본 논문에서 제안하는 시스템은 그리드 환경에서 실행되는 어플리케이션과 서비스를 효과적으로 지원하기 위한 네트워크를 구성하기 위해 필요한 정보들을 수집하기 위한 시스템이다. 본 시스템은 위에서 설명한 기본적인 GIS 구조 속에서 각 어플리케이션의 성능 및 응용 시스템을 연결한 네트워크 링크 중간에 각 시스템이 현재 사용하는 네트워크 상태정보를 측정하고 미래에 사용될 수 있는 네트워크 정보를 예측할 수 있는 네트워크 링크상의 성능 정보 제공자를 설치한다.

각 사이트에 위치한 어플리케이션 시스템의 상태와 실행 정보들은 정보제공자에 의해 수집된다. 그리고 네트워크 링크 상에 놓여있는 네트워크 성능 측정자는 각 어플리케이션의 실행 결과나 서로간의 데이터가 주고받는 동안의 성능 치를 측정하게 된다.

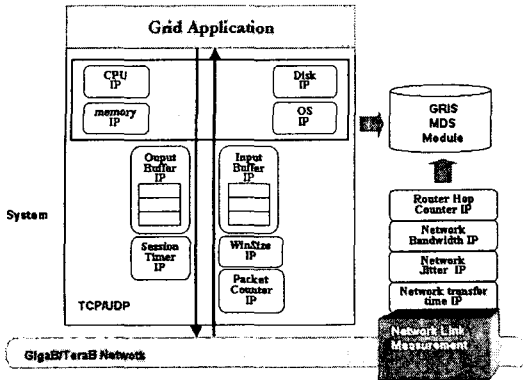
이러한 네트워크 성능 정보 제공자는 가장 인접한 시스템의 GRIS로 상태/예측 정보를 전달 및 저장하게 된다. 또한 기존 GRIS에서 제공하는 정보 제공자 요소에서 시스템 및 네트워크 정보 제공자를 추가하였다. [그림 2]는 이러한 그리드 응용 및 서비스를 지원하기 위한 네트워크 관리 구조를 도식적으로 나타낸 것이다.



[그림 2] 어플리케이션 성능 정보 관리 구조

또한 이러한 구조에서 [표1]에서 명세한 네트워크 및 시스템 정보들을 측정하고 취합하기 위한 구체적인 시스템 설계는 [그림 3]에서 볼 수 있다. 이것은 추가적인 정보 제공자의 시스템상의 추상적 위치와 네트워크 성능 정보 제공자가 측정하게 되는 성능 정보들을 나타낸다. 네트워크 성능 정보 제공자는 시스템 그룹을 관리하는 라우터나 개별 시스템 상에 위치할 수 있으며, 어플리케이션의 통신 데이터 전송률과 빈도 등을 측정 가능하다. 여기서 주의해야 할 것은 이러한 시스템 성능 정보간의 통신이 실제 그리드 어플리케이션이 데이터를 처리하는 성능에 영향을 미쳐 처리 효율을 떨어뜨리나, 장애 발생을 야기해서 안 된다. 실제 구현상에서 이러한 특성을 충분히 감안하고 고려할 것이다.

개발하는 것이다.



[그림 3] 성능 측정을 위한 정보제공자

참고문헌

- [1] K. Czajkowski, S. Fitzgerald, I. Foster, C. Lesselman, "Grid Information Services for Distributed Resource Sharing", Proc. 10th IEEE International Symposium on High-Performance Distributed Computing (HPDC-10), IEEE Press, 2001.
- [2] F. Berman, R. Wolski, "Scheduling From the Perspective of the Application", Copyright 1996 IEEE, Published in the Proceedings of the High Performance Distributed Computing Conference, August 1996.
- [3] B. Lowekamp, B. Tierney, L. Cottrell, R. Hughes-Jones, T. Kielmann, M. Swamy, "A Hierarchy of Network Measurements for Grid Applications and Services", GWD-I, Network Measurements Working Group DRAFT.
- [4] R. Wolski, N. T. Spring, J. Hayes, "The Network Weather Service : A Distributed Resource Performance Forecasting Service for Metacomputing".
- [5] Bruce Lowekamp, Brian Tierney, 'Network Metrics for Grid Applications and Services', Network Measurements Working Group, 2002.

5. 결론 및 향후 연구 계획

그리드는 여러 지역에 흩어져 있는 이종의 자원들의 플랫폼과 운영체제의 상이함을 극복하기 위해 멀티플랫폼을 지원해야 하며, 그리드 네트워크에 연결된 수많은 피어들 중에서는 언제나라도 중지될 가능성이 존재하므로 이를 위해 자원관리 서비스와 어플리케이션은 언제나 동적인 환경에 대응할 수 있는 유연성을 제공해야 한다. 또한 그리드의 특성인 고성능을 고려했을 때, 수많은 피어들이 동시에 사용할 수 있는 경우를 고려한 로드 밸런싱에 주목하지 않을 수 없다. 그리드는 점점 더 커지고, 방대해지며, 다양한 피어들을 생산해 낼 것이므로 네트워크 문제나 로드 밸런싱에 대한 문제로 그리드 성능이 저하 될 수 있는 상황에 대한 대책이 필요하다.

본 논문에서는 위와 같은 점에 주목하여 그리드 네트워크 환경을 관리하는데 있어서의 성능 특성 요소들을 분석하였다. 그리고 이러한 요소들을 정확하게 측정 및 예상하여 그리드 어플리케이션 작업의 효율을 극대화하고 초고속 네트워크로 연결된 그리드 네트워크를 효율적으로 사용하기 위한 네트워크 관리 시스템을 설계하였다.

향후 연구 방향은 본 논문에서 정의한 성능 요소들을 실제 테스트베드나 그리드 네트워크 상에서 측정 및 시뮬레이션 하기 위해 정보 제공자들을 시스템 상에 위치시켜 정확한 성능 분석 기준을 마련하는 것이다. 또한 고성능의 그리드를 효과적으로 관리하고 어플리케이션 실행에서 최상의 결과를 획득할 수 있도록 어플리케이션 특정한 튜닝 시스템을