

# 그리드와 그리드 네트워크 관리

성균관대학교 안성진

## 1. 개요

진공관의 유극과 양극 중간에서 전류의 흐름을 제어하는 격자(Grid)에서 유래한 그리드는 미국 시카고 대학 이안 포스터(Ian Foster) 컴퓨터공학과 교수가 창시했으며 한번에 한곳에만 연결할 수 있는 웹과 달리 신경조직처럼 작동하는 인터넷 네트워크 구조를 말한다. 그리드는 컴퓨터에 특정 프로그램을 설치해 세계 곳곳의 컴퓨터, 데이터베이스, 첨단 장비를 연결, 개인 컴퓨터로 원격 조정할 수 있다는 원리에서 출발했다[1]. 한마디로 전 세계 컴퓨터를 인터넷으로 연결해 마치 슈퍼컴퓨터처럼 쓰자는 개념이다. 따라서 인터넷에 연결된 PC, 워크스테이션, 서버 등을 하나의 가상 슈퍼컴퓨터로 묶어서 대량의 데이터를 처리할 수 있다. 한 컴퓨터가 각지에 흩어져 있는 컴퓨터를 원격 조정하여 복잡한 계산을 나누어서 실행하고 이를 다시 합쳐 결과를 제시할 수 있다.

그리드는 궁극적으로 4A를 목표로 추진되고 있다. 4A란 지능화된 네트워크(Advanced Network), 고성능 컴퓨터 및 장비(Advanced Computer & Equipment), 첨단 응용(Advanced Application), 고급 과학 기술(Advanced Human Resource) 등이 그것이다[1]. 지능화된 네트워크는 QoS, 보안, 가상현실, 원격협업, 고가장비 공동 활용 등을 위한 미들웨어가 탑재된 인터넷 기반의 고성능 정보통신 네트워크가 포함되는 개념이다. 고성능 컴퓨터 및 장비는 고속연산 및 정보처리가 가능한 컴퓨터와 초대용량 데이터베이스 장치를 비롯해 생명공학(BT)·나노기술(NT)·환경공학(ET)을 지원하는 가속기, CAVE, CAD/CAM 시스템, 입자 분석기, 전자현미경 등 고가의 최첨단 장비가 포함된다. 첨단 응용은 그리드 환경에서 적용할 수 있는 BT·NT·ET 즉, 인간계능 분석, 항공기 구조설계, 신소재 개발 등을 포함한

다. 실제로 2001년 2월 미국과 영국에서 발표한 인간계능지도는 전 세계에 산재된 연구소에서 초보적 단계의 그리드 개념을 적용하여 공동 연구한 결과이다. 고급과학기술인력은 말 그대로 그리드를 개발하고 구축하며 운영할 수 있는 인력의 양성을 뜻한다.

그리드에서 추구하는 자원의 공유와 협력은 그리드 네트워크를 통해서 이루어진다. 그리드 네트워크는 그리드의 기반 구조를 형성하는 것으로 그리드 프로젝트를 위한 진달 기능을 수행한다. 그리드 네트워크 기능을 수행하는 현존 네트워크로는 미국의 Abilene, vBNS, NREN 등과 유럽의 TEN-155, 그리고 일본의 SINET/IMNET이 있다[2]. 이들 네트워크는 각 그리드 응용 서비스들이 요구하는 수준의 품질을 제공하기 위해서 관리되어야 한다. 이를 위해(GGF(Global Grid Forum)에서는 GMA(Grid Monitoring Architecture)워킹 그룹과 NM(Network Measurements)워킹 그룹이 존재한다[3]. 이들은 병렬 분산 응용 서비스의 중단간 성능의 측정과 분석과 관계된 주제들에 대해서 연구한다.

## 2. 그리드 네트워크

그리드는 지리적으로 그리고 조직면에서 흩어져 있는 이종의 정보 자원들을 서로 연결시켜 하나의 가상 컴퓨터처럼 동작하는 체제이다. 컴퓨팅 자원, 저장 장치, 첨단 장비, 연구자, 통신 시스템 등과 같은 자원들이 분산된 현재의 인터넷에서 동일한 인터페이스로 접근하도록 함으로써 협업 체계를 지원하고 고성능의 계산 능력과 다량의 데이터를 처리할 수 있다. 이들 모두는 인프라에 해당되는 네트워크의 지원이 절실하다. 현재는 이러한 그리드 응용을 위해서 선진화된 R&D 네트워크나 테스트베드를 통해서 이루어지고 있다.

## 2.1 국외 그리드 네트워크

연구/개발을 중심으로 이루어지고 있는 그리드 응용은 미국의 경우, NSFNET, vBNS, Abilene, STAR TAP, NREN, ESnet, DREN 등이 고성능 R&D 네트워크 혹은 테스트베드로 동작하고 있다[2]. 미국은 세계 최고의 과학기술 경쟁력을 유지하기 위하여 슈퍼컴퓨터센터 및 정부출연연구소를 중심으로 1998년부터 다양한 그리드 프로젝트를 추진하고 있다. 특히, Abilene, vBNS, NREN 등이 그리드 네트워크로서 활발한 수행을 하고 있다[4][5]. 미국의 주요 그리드 프로젝트와 이와 관련된 그리드 네트워크를 정리하면 표 1과 같다[6].

Abilene은 지역 네트워크를 연결하는 연결점 역할을 하는 고성능 백본 네트워크이다. 선진화된 연구 응용 서비스의 요구사항을 지원하고, 고성능의 네트워크를 시험할 수 있도록 해주며, 네트워크 연구 주제를 지원한다. vBNS(very high performance Backbone Network Service)는 MCI/Worldcom과 NSF(National Science Foundation)이 교육과 연구를 지

원하기 위한 고성능 Internet2 백본 네트워크로 개발되었다. NREN(NASA Research and Education Network)는 NASA와 국가에서 필요한 응용 서비스를 생성하기 위한 차세대 네트워크 테스트베드를 위한 것이었다.

유럽은 회원국의 연구 능력을 결집시켜 조기에 eEurope을 구현하기 위하여 TEN-155 기반의 European 데이터 그리드, Euro 그리드 등을 1999년부터 활발하게 추진 중에 있다[7]. 유럽의 주요 그리드 프로젝트와 그리드 네트워크를 정리하면 표 2와 같다[6].

TEN-155는 20개국과 하나의 내부 연구 네트워크를 연결하는 유럽 연구 네트워크이다. 북대서양 지역의 네트워크 서비스를 위한 155Mbps급 선로와 34/45/10Mbps급 선로를 갖고 있다. VPN(Virtual Private Network)을 이용한 MBS(Managed Bandwidth Service)를 지원하고, 대학, 연구 기관 등의 연구 활동을 지원하도록 설계되었다.

일본은 아시아에서의 정보기술 선도 및 기초과학 분야의 발전을 위하여 정부출연연구소, 대학을 중심

표 1 미국의 주요 그리드 프로젝트와 네트워크

주요 프로젝트명	이용 네트워크	컴퓨터 및 장비	참여기관
SETI@Home (우주생명체탐색작업)	Abilene, vBNS 상용ISP	-수십 만대의 가정용PC -전파망원경	버클리대
HGP (인간게놈지도작성사업)	Abilene, vBNS	-슈퍼컴퓨터 -대용량 저장 시스템 -Sequencing Machine	DoE와 NIH의 산하 연구소
NASA IPG (항공기 통합 설계)	NREN	-슈퍼컴퓨터 -대용량저장시스템 -CAVE 등	NASA의 3개 슈퍼컴퓨터센터

표 2 유럽의 주요 그리드 프로젝트와 네트워크

주요 프로젝트명	이용 네트워크	컴퓨터 및 장비	참여국
European 데이터 그리드 (기초과학연구지원사업)	TEN-155	-슈퍼컴퓨터 -대용량DB서버 -가속기	이탈리아, 프랑스 영국, 네덜란드 등
Euro 그리드 (산업기술연구지원사업)	TEN-155	-슈퍼컴퓨터 -대용량 저장 시스템	영국, 스위스 등

표 3 일본의 주요 그리드 프로젝트와 네트워크

주요 프로젝트명	이용 네트워크	컴퓨터 및 장비	참여기관
AP 그리드 (아시아국가의슈퍼컴퓨터 연결사업)	SINET/IMNET	-슈퍼컴퓨터	TACC
IIEP 그리드 (고에너지물리학연구사업)	SINET/IMNET	-슈퍼컴퓨터 -대용량 DB 서버 -가속기	KEK(고에너지연) 동경대학

으로 그리드 프로젝트를 2000년부터 본격적으로 추진하고 있다. 일본의 주요 그리드 프로젝트와 그리드 네트워크를 정리하면 표 3과 같다.

SINET(Science Information Network)은 일본의 대학과 연구소에서 일어나는 과학 기술 정보 교환을 위해서 탄생하였다. 정보 검색 서비스와 전자 도서관 서비스를 제공하고 있다[8]. 산업체, 정부, 학술 단체와의 연구 정보 교환을 증진하기 위해 IMNET (Inter-Ministry Research Information Network)과 연결되어 있다[9]. IMNET은 과학기술원의 정책에 따라 운영된다.

### 2.2 국내 그리드 네트워크

최근 그리드 포럼 코리아가 결성되고 워킹 그룹들이 활성화 됨에 따라 기존의 연구 지원을 수행하고, 테스트 베드 역할을 하던 네트워크가 그리드 네트워크로서 운용될 수 있게 되었다. 국내 R&D 네트워크로서 역할을 담당하던 연구 전산 네트워크(KREONET)와 선도 시험 네트워크(KOREN), 그리고 APII-Testbed와 TEIN(Trans-Eurasia Information Network)은 국내 그리드 네트워크로서 기능을 수행하게 될 것이다.

초고속 연구 네트워크인 KREONET(Korea Research Environments Open Networks)은 현재 한국과학기술정보연구원(KISTD)에서 운영을 담당하고 있다. 초고속 연구 네트워크는 기존의 연구 전산 네트워크(KREONET), 차세대 연구 네트워크(KREONET2), 그리고 고성능 슈퍼컴퓨팅 네트워크(HPCNet)로 구성된다[2][4]. 연구 전산 네트워크인 KREONET은 과학 기술 심층 정보 DB, 대용량 멀티미디어 정보 공동 활용 및 상호 교류 수단을 제공하는 과학 기술인프라로 동작한다. 미국과 20Mbps, 일본과

256Kbps로 연결되어 있으며, 국내 15개 지역 16개 지역 센터를 4M~150Mbps로 연결하고 있다. 총 250개 가입기관을 보유하여 그리드 응용을 수용할 수 있는 잠재력을 갖고 있다. 차세대 연구 네트워크인 KREONET2는 국제간 선진 네트워크 연구 시험 협업 환경을 제공하는 차세대 인프라로 동작한다[10]. 미국 STAR TAP/Abilene과 연동하고 국내 KOREN과 연결되어 있다. 슈퍼컴퓨팅 네트워크인 HPCNet (High Performance Computing & Network)은 학연산의 슈퍼컴퓨터 공동활용을 위해 구축된 슈퍼컴퓨팅 인프라 역할을 수행한다.

선도 시험 네트워크인 KOREN(Korea Advanced Research Network)는 현재 한국통신 통신망연구소에서 운영을 담당하고 있다. 선도 시험 네트워크는 대학교, 정부연구소 및 기업연구소 등이 차세대 응용 기술과 네트워크 기술을 연구하기 위한 기반을 제공하기 위해 탄생하였다. 학연산이 공동으로 참여하는 국가적 기술 개발 사업을 독려하고 국내외 연계를 통한 첨단 공동 연구 환경을 제공한다[11].

APII-Testbed(Asia Pacific Information Infrastructure Testbed)는 현재 한국통신 통신망연구소에서 운영을 담당하고 있다. 아태지역의 정보 통신 기반의 조기 실현을 위해서 한국의 주도하에 역내 국가들을 상호 연결하는 초고속 연구 시험 네트워크를 구성하고 상호 운용 프로그램을 개발하여 접속/시험하는 국제 협력 프로젝트의 일환으로 추진되었다. 국내의 연구 기관들이 APEC회원국 연구 기관들과 공동으로 초고속 기반 기술 및 응용 서비스를 연구할 목적으로 하고 있다. 선도 시험 네트워크는 APII-Testbed의 국내 네트워크 역할을 하며, HPCNet/KREONET과 연동되어 있다[12].

TEIN은 아시아와 유럽간의 경제/문화/교육 등 다

양한 분야에서의 교류와 협력 증진을 위해 추진하고 있는 사업이다[13]. 이를 통해 정보통신기술, 생명공학, 신소재 등 첨단 분야를 공동연구하고, 첨단 기술 연구를 수행하기 위한 네트워크이다.

이와 같이 각 국내의 교육 및 연구 네트워크들의 자원들을 서로 연결하여 그리드 응용을 지원하는 것이 가능하다. 즉, 각 국내 및 국외 연결 네트워크들의 설비를 서로 연결하여 그리드 응용을 지원하는 것이 가능하다. 그리드를 위한 새로운 네트워크의 생성보다는 기존의 연구 및 교육 네트워크를 활용하고 강화하여 국내 및 국제적 협업 연구를 활성화하고 이를 지원하는 GOC(Grid Operation Center)가 각 NOC(Network Operation Center)를 연동하여 지원하는 체계가 가능하다.

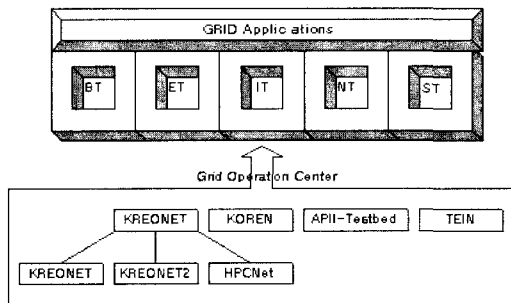


그림 1 그리드 네트워크와 그리드 응용과의 관계

### 3. 그리드 네트워크 관리

그리드에 대한 기술적 주제들을 토론하고 그 성과물에 대한 사용 및 상호 협력을 위한 연합체가 그리드 포럼이다. GGF(Global Grid Forum)에서는 1999년 이후 정기적인 모임을 갖고 웹사이트와 워킹 그룹을 운영한다. 현재 GGF3까지 있었으며, 올해 2월에 캐나다 토론토에서 GGF4가 개최될 예정이다. GGF에 대응하는 국내 조직이 GFK(Grid Forum Korea)이다. GFK에서는 태동단계에 있는 그리드 기술 정보를 수집 및 제공하고, 표준화 개발 등을 통해 국내 연구 활동을 활성화하기 위해 지난 2001년 10월 창립되었다.

GGF와 GFK에서의 워킹 그룹들은 그리드를 위해서 필요한 인프라와 관련된 연구, 구현, 운영 부문을 담당하고 있다. GGF에서 그리드 네트워크 관리와 관련된 워킹 그룹은 성능 그룹의 GMA(Grid Moni-

toring Architecture)와 NM(Network Measurements) 워킹 그룹이며, GFK에서는 네트워크 그룹의 GNM(Grid Network Management)이다.

### 3.1 그리드 모니터링 구조

GMA는 GGF에서 성과와 관련된 주 워킹 그룹으로 존재 했었다. 그러나, 네트워크 측정 워킹 그룹이 출현함에 따라 그리드 성능 그룹의 그리드 모니터링 구조 워킹 그룹으로 정리가 되었다[14].

계산 및 데이터 그리드와 같은 대규모 분산 시스템은 장애 검출, 성능 분석, 성능 튜닝, 성능 예측, 스케줄링 등의 모니터링 데이터가 필요하다. 성능 문제의 원인을 파악하고 좋은 성능을 제공하는 시스템과 응용을 위해서 장애 검출 및 복구 전략, 자원 사용의 결정을 위한 스케줄러를 위한 성능 예측이 필요한 것이다. 이러한 모니터링 시스템을 구조적 관점에서 접근하는 것은 여러 그리드 모니터링 시스템들이 상호 작용하기 용이한 전체 시스템적 관점이 필요하기 때문이다. 그리드 모니터링 시스템은 이기종 자원 포함하는 광역 네트워크를 경유해야 하고, 네이밍과 보안 문제의 관점에서 다른 그리드 미들웨어와 통합될 수 있어야 한다.

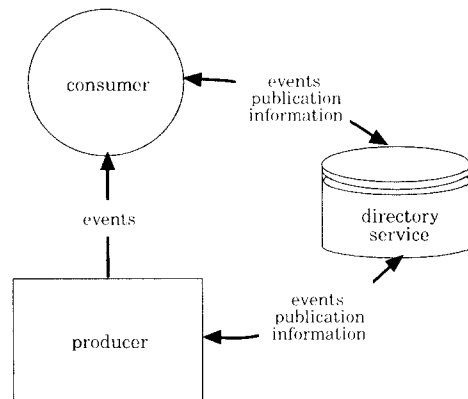


그림 2 그리드 모니터링 구조의 구성요소

그리드 모니터링 구조는 그림 2와 같이 3가지 구성요소로 되어있다. 디렉토리 서비스는 어떤 성능 정보를 통보 혹은 수령할 것인가를 명시하고, 성능 정보의 생산자와 소비자를 명시하게 된다. 생산자(producer)는 성능 정보를 제공하게 되고, 소비자(consumer)는 해당 성능 정보를 수령하게 된다.

GMA는 타임스탬프를 갖는 사건으로 전달된 성능 데이터를 처리하도록 설계되어 있다. 성능 데이터의 생산자나 소비자는 자신의 존재를 디렉토리에 등록해야 한다. 소비자는 디렉토리 서비스를 사용하여 관심 있는 성능 데이터를 생산하는 생산자를 찾을 수 있고, 생산자는 자신이 성능 데이터를 수령할 소비자를 디렉토리 서비스를 통해 찾게 된다[14].

### 3.2 네트워크 측정

NM은 네트워크 측정을 수행하는 워킹 그룹으로 2001년의 GGF3에서 처음 모임을 갖았다. 그리드 응용의 성능은 그리드를 형성하는 네트워크의 성능에 의존적일 수 밖에 없다. 따라서, NMWG(Network Measurements Working Group)는 그리드 응용과 미들웨어에 유용한 메트릭을 찾아내고 특성화하며, 측정 시스템과 응용사이에 서로 호환될 수 있는 표준을 만드는 것을 목표로 한다. NM 그룹에서는 IETF IPPM(Internet Protocol Performance Metrics) 워킹 그룹과 Internet2 End-to-end initiative같은 다른 표준화 기구와 협력하여 이들이 제시한 메트릭 중 어떤 것이 그리드 응용과 관련 있는지를 결정한다[15].

그리드 응용과 미들웨어에서 관련된 성능 메트릭으로는 지연(Latency), 선로 용량, 손실(중단간 패킷 손실율), 지터(Jitter) 등이 있다. 이러한 메트릭은 TCP의 튜닝, 작업 스케줄링 및 성능 평가, QoS 선택에 유용하게 된다. 지연의 경우, 단 방향 지연과 왕복(Round Trip Time)지연이 있다. 현재 통계적으로 20%정도가 비대칭으로 경로 설정이 일어나므로 이를 구분하는 것이 필요하다. 그러나, 단 방향 지연을 측정하기 어렵다는 문제가 있다. 용량의 경우, 전형적인 능동적 모니터링이 필요하다. 최대 가능한 대역폭과 현재 이용 가능한 대역폭을 구분하는 것이 필요하다. 또한, 선로 용량성의 문제가 네트워크의 제약으로 발생한 문제인지 아니면 서버나 디스크의 제약으로 발생한 문제인지를 구별해야 하는 어려움이 있다. 이를 위해서는 네트워크 지연, 내부 버스 지연, 디스크 지연 등을 측정해야 한다. 손실의 경우도 네트워크 내부 장비에서 발생한 손실과 서버 시스템에서 발생한 손실이 구분되어야 하며, 패킷의 지연 시간이 변화하는 지터 요소를 모니터링해야 한다.

성능 측정에서 제시한 결과는 소비자의 형태에 따라서 그 요구 사항과 적용 분야가 달라진다. 사용자

응용의 경우, 지연 최소 응용, 실시간 응용, 대화용 응용에 따른 메트릭이 있기를 원하고, 미들웨어의 경우는 스케줄링에 따른 요소가 필요하다. 네트워크 엔지니어는 과거 기록 데이터에 관심을 갖을 수 있으며, 네트워크 프로토콜은 동적인 튜닝을 위한 메트릭이 필요하게 된다. 이들에 관한 연구를 NM 워킹 그룹에서 수행하게 된다. 네트워크 측정은 그 특성상 GMA와 밀접한 관련을 갖을 수 밖에 없다. NMWG에서 제시한 모델이 수용가능한지를 GMA와 작업을 해야 할 것이다.

### 3.3 그리드 네트워크 관리

GNM은 국내 그리드 포럼인 GFK에서 네트워크 관리를 연구하고 표준화 활동을 위한 워킹 그룹이다. 일차적으로 그리드 네트워크의 구성 요소인 장비에 대해서 운영 및 관리 수행하기 위한 기술을 연구하고, 네트워크 구조의 모델을 위한 TRM(Technical Reference Model) 연구를 목적으로 한다. 또한, GGF의 성능 그룹에 속해 있는 그리드 모니터링 구조와 네트워크 측정 워킹 그룹의 연구를 수행하여 국내 그리드에 반영하며, 국외 성능 워킹 그룹에 참여하여 기여하는 목표를 갖고 있다[1].

그리드를 구성하는 시스템은 네트워크 장비와 서버 시스템으로 구성된다. 네트워크 메트릭을 구하기 위한 모니터링을 수행하기 위해서는 네트워크 장비뿐만 아니라 서버 시스템에 대해서도 관리가 이루어져야 한다. 이를 위해 그리드 네트워크 관리를 위한 MIB(Management Information Base)를 연구하고, 이를 모니터링 구조에서 수용할 수 있는 모델이 연구되어야 한다. 또한, 그리드 네트워크의 서비스를 명시하는 TRM연구가 이루어져야 한다.

GGF에서의 네트워크 관리 관련 워킹 그룹에서는 주로 성능의 초점에 맞추어서 연구가 되는 반면, GFK의 GNM에서는 GNOC(Grid Network Operation Center)에서 필요한 기능을 함께 연구하여 성능과 장애에 대한 연구가 이루어지게 된다. 장애는 GNOC 운영 관리를 위해서 기초적으로 필요한 것으로 수동과 능동 모니터링에 의해서 장애를 탐지, 위치 확인, 분석을 수행한다. 또한, 상황판 기능을 연구하여 국내 그리드 네트워크 운영 센터(NOC)를 총괄 관리하는 시스템도 연구하게 된다. 성능 관리는 GGF의 NM처럼 응답 시간, 손실율, 선로 용량 측정 등을

수행하여 그리드 응용과 미들웨어에서 사용할 수 있도록 연구한다. 그리드 네트워크 성능과 장애 관리 기능을 그림 3에 나타내었다.

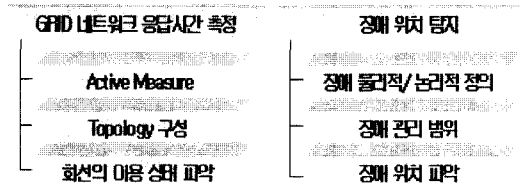


그림 3 그리드 네트워크 성능 및 장애 관리

#### 4. 결 론

그리드는 차세대 인터넷 시스템으로서 웹 기술과는 다른 측면을 갖고 있다. 특히, 클라이언트/서버 구조를 지향하는 웹 기술이 갖는 한계점을 인식한 상황에서 대안으로 제시된 그리드는 기존 기술의 발전 방향을 제시하고 있다. 그러나, 현 시점에서 인터넷을 무시할 수는 없다. 따라서, 그리드 네트워크 관리 기술 또한 현존하는 많은 네트워크 관리 기술과의 융화와 협조를 통해서 발전해야만 그 성공이 담보될 수 있을 것으로 기대된다.

그리드 응용을 위해서 사용될 수 있는 그리드 네트워크는 국외의 경우 Abilene, vBNS, NREN, SINET/IMNET, TEN-155 등이 있으며, 국내는 KREONET, KREONET2, HPCNet, KOREN, APII-Testbed, TEIN 등이 있다. 특히, 국내의 경우 그리드 네트워크를 별도로 구성하지 않고 기존의 네트워크를 활용한다는 측면에서 그리드의 협업과 자원 공유가 실현되는 것으로 보인다. 이들 네트워크 관리를 위해서는 각 네트워크 운영 센터의 역할과 그리드 네트워크로서의 역할이 융화되어야 한다. 이를 위해 관리 시스템의 독립성과 협업성이 보장되는 체계를 가져야 할 것이다.

국외의 네트워크 관리 관련 워킹 그룹은 GGF의 그리드 모니터링 구조와 네트워크 측정 워킹 그룹이 있으며, 국내 GFK의 그리드 네트워크 관리 워킹 그룹이 있다. 그리드 모니터링 구조는 그리드 네트워크 성능 정보를 모니터링 하기 위한 구조적 관점의 접근

을 수행하며, 네트워크 측정 워킹 그룹은 그리드 네트워크 성능 메트릭을 정의하고 관련 연구를 수행한다. 국내는 각 그리드 네트워크 운영 센터와 연계된 기술과 국제 표준 수용 및 기술 연구를 수행하는 그리드 네트워크 관리 워킹 그룹이 있다. GNM은 국내 그리드 네트워크 관리의 현실적인 대안을 제시하고 GNOC와의 연계를 통해 성능 및 장애 관리 기술을 연구할 것으로 기대된다.

#### 참고문헌

- [1] <http://www.gridforumkorea.org>
- [2] 황일선, "Grid with Network", 차세대 인터넷 워크샵, 2001. 11.
- [3] <http://www.globalgridforum.org>
- [4] <http://www.kreonet.re.kr>
- [5] <http://www.internet2.edu/abilene>
- [6] 황철중, "차세대 인터넷기반 구축을 위한 국가 Grid 기본계획", Grid Forum Korea 2001 자료집, 2001.10.
- [7] <http://www.dante.net/ten-155>
- [8] <http://www.imnet.ad.jp>
- [9] <http://www.sinet.ad.jp>
- [10] <http://www.kreonet2.net>
- [11] <http://www.koren21.net>
- [12] <http://www.apiicc.org/kor/testbed.html>
- [13] <http://www.apiicc.org/kor/tein.html>
- [14] <http://www-didc.lbl.gov/GGF-PERF/GMA-WG>
- [15] <http://www-didc.lbl.gov/NMWG>

#### 안 성 진



1988 성균관대학교 정보공학과(학사)  
 1990 성균관대학교 대학원 정보공학과 (석사)  
 1990~1995년 시스템공학연구소 연구원  
 산양개발실 연구원  
 1996 정보통신 기술사 자격 취득  
 1998 성균관대학교 대학원 정보공학과 (박사)  
 1999~현재 성균관대학교 컴퓨터교육과 조교수

관심분야: 인터넷 관리, 네트워크 보안, JIT 교육  
 E-mail: sjahn@comedu.skku.ac.kr