

# 통합자원관리시스템을 이용한 예약 기반의 네트워크 자원 할당 테스트베드 망

정희원 임헌국<sup>\*o</sup>, 문정훈<sup>\*</sup>, 공정욱<sup>\*</sup>, 한장수<sup>\*\*</sup>, 차영욱<sup>\*\*</sup>

## A Reservation based Network Resource Provisioning Testbed Using the Integrated Resource Management System

Huhnkuk Lim<sup>\*o</sup>, Jeonghoon Moon<sup>\*</sup>, Jonguk Kong<sup>\*</sup>, Jangsoo Han<sup>\*\*</sup>,  
Youngwook Cha<sup>\*\*</sup> *Regular Members*

### 요 약

연구망에서 융합망이란 의료, 바이오, 항공우주, e-Science 분야 등의 응용 연구자들에게 슈퍼컴퓨터, 클러스터 등의 컴퓨팅 자원을 네트워크 자원과 동시에 동적으로 제공해 줄 수 있는 환경을 의미한다. 한국을 대표하는 연구망인 KREONET은 2008년도부터 융합망 프로젝트를 통해 다음과 같은 기술을 개발하고 있다. 먼저 이기종 네트워크 환경에서 동적으로 연결 지향형 네트워크를 구성 할 수 있는 제어평면 기술을 제공하고 있으며, 그와 더불어 사용자가 원하는 시간 때에 컴퓨팅 자원 및 네트워크 자원을 예약, 할당해 줄 수 있는 통합자원관리시스템 기술을 개발하고 있다. 본 논문에서는 개발되어진 통합자원관리시스템을 이용하여 네트워크 자원의 예약 및 할당이 가능한 테스트베드 네트워크를 소개한다. 사용자로부터 제공 되어진 예약정보를 받아 GRS와 NRM 간에, NRM와 라우터 간에 각각 GNSI, GUNI 인터페이스 메시지를 통해 네트워크 자원을 예약 할당 할 수 있다. 예약 시각의 시작시점에 NRM으로부터 GUNI 인터페이스 메시지가 각 라우터에 전달되어지고 할당된 LSP (Label Switched Path) 경로를 통해 트래픽이 전송됨을 확인하였다.

**Key Words :** 융합망 (HPcN), 글로벌 리소스 스케줄러 (GRS), 네트워크자원관리시스템 (NRM), 그리드 네트워크 서비스 인터페이스 (GNSI), 그리드 유저 네트워크 인터페이스 (GUNI), 네트워크 자원 (Network resource), 레이블 스위치드 패스 (LSP)

### ABSTRACT

The HPcN (Hybrid & high Performance Convergence Network) in research networks means environment which can provide both computing resource such as supercomputer, cluster and network resource to application researchers in the field of medical, bio, aerospace and e-science. The most representative research network in Korea, KREONET has been developing following technologies through the HERO (Hybrid Networking project for research oriented infrastructure) from 2008. First, we have constructed and deployed a control plane technology which can provide a connection oriented network dynamically. Second, the integrated resource management system technology has been developing for reservation and allocation of both computing and network resources, whenever users want to utilize them. In this paper, a testbed network is presented, which is possible to reserve and allocate network resource using the integrated resource management system. We reserve

<sup>\*</sup> 한국과학기술정보연구원 융합지원실 (hklim@kisti.re.kr), (<sup>o</sup>: 교신저자), <sup>\*\*</sup> 안동대학교 컴퓨터공학과  
논문번호: KICS2011-08-337, 접수일자: 2011년 8월 3일, 최종논문접수일자: 2011년 12월 2일

network resource through GNSI (Grid Network Service Interface) messages between GRS (Global Resource Scheduler) and NRM (Network Resource Manager) and allocate network resource through GUNI (Grid User Network Interface) messages between the NRM (network resource manager) and routers, based on reservation information provided from a user on the web portal. It is confirmed that GUNI interface messages are delivered from the NRM to each router at the starting of reservation time and traffic is transmitted through LSP allocated by the NRM

## I. 서 론

최근 선진 연구망은 의료, 바이오, 항공우주, e-Science 분야 등의 응용 연구자들에게 슈퍼컴퓨터, 클러스터 등 컴퓨팅 자원을 네트워크 자원과 함께 동적으로 제공해 줄 수 있는 융합 연구망으로의 변화를 피하고 있다<sup>1,2</sup>. 그것을 실현해 주기 위해 사용자가 직접 네트워크 자원 및 컴퓨팅 자원을 함께 예약, 할당, 관리해 줄 수 있는 통합자원관리시스템 기술을 제공하여야 하며, 이기종 네트워크 환경에서 동적으로 연결 지향형 네트워크를 구성하기 위한 기술을 필수적으로 제공하여야 한다<sup>3-5</sup>. 이에 한국을 대표하는 연구망인 KREONET (Korea Environment Open Network)도 2008년도부터 현재까지 융합망 프로젝트를 통해 동적인 자원 할당이 가능한 네트워크 구축 및 통합자원관리시스템 기술을 개발하고 있다<sup>6</sup>. 동적으로 자원 할당이 가능한 네트워크는 MPLS 기능을 제공하는 상용 라우터를 활용하여 구축되어지고 있으며 통합자원관리시스템은 Web portal, GRS (Global Resource Scheduler), NRM (Network Resource Manager), CRM (Computing Resource Manager)으로 구성된 시스템을 개발하고 있다.

본 논문에서는 MPLS 기능을 제공하는 상용 라우터를 이용하여 구성된 테스트베드 네트워크 자원을 개발되어진 통합자원관리시스템을 이용하여 예약 할당하는 실험을 수행하였다. 웹 포털을 통해 사용자가 요청한 자원 예약 정보를 받아 GRS는 NRM과 GNSI 인터페이스 메시지를 통해 자원 예약을 수행하며, NRM은 GUNI 인터페이스 메시지를 통해 예약된 시각의 시각 시점에 각 라우터에 LSP를 설정하기 위한 명령을 전달하게 된다. 라우터에 LSP를 할당하기 위해 예약 시각의 시작 시점에 NRM으로 부터 전달되어진 구성 정보를 확인하였고, 할당된 네트워크 자원 (LSP 세션)을 통해 직접 트래픽을 전송하여 보았다. 이를 통해 사용자가 웹 포털을 통해 입력한 자원 예약 정보를 받아 통합자원관리시스템을 이용하여 예약기반의 동적 자원 할당 네트워크 구성이 가능함을 확인하였다.

## II. 통합자원관리시스템

### 2.1 통합자원관리시스템 구성요소

융합망은 그림 1과 같이 다계층 멀티프로토콜을 지원하기 위한 GMPLS 네트워크와 통합자원관리시스템으로 구성된다<sup>1,2</sup>. 통합자원관리시스템 구성 요소는 다음과 같다. 사용자가 자원 현황을 직접 모니터링하고 필요한 자원을 직접 예약 관리 하기위한 인터페이스로서 사용자 웹 포털과 사용자로부터 제공된 예약 정보를 받아 자원의 예약 기능을 수행하는 글로벌 리소스 스케줄러 (GRS), 그리고 각 자원에 대한 예약 기능을 수행하기 위해 필요한 메타 데이터를 GRS에게 제공하며, 실제 자원 할당 명령을 자원에게 전달해주는 네트워크 자원관리시스템 (NRM)과 컴퓨팅 자원관리시스템 (CRM)이 존재 한다<sup>6</sup>.

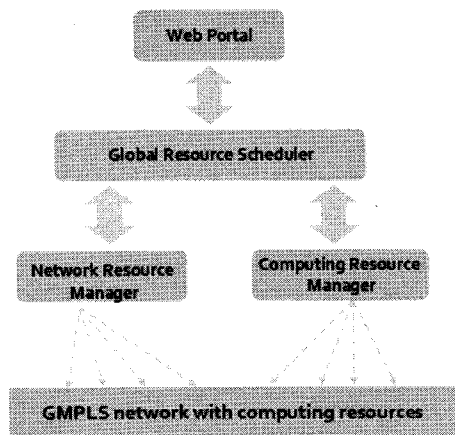


그림 1. HPCN System Components

### 2.2 통합자원관리시스템 개발 현황

먼저 사용자가 컴퓨팅/네트워크 자원을 동시에 예약하기 위해 필요한 웹 포털 시스템을 개발하였다. 또한 GLIF(Global Lambda Integrated Facility)와 OGF (Open Grid Forum)에서 그리드 네트워크의 자원 관리를 위하여 예약 관련 메시지들을 정의한 GNSI (Grid Network Service Interface) 기반으로 GRS와 NRM을 개발하였으며, 타임 테이블 기반의 컴퓨팅 자

원관리시스템 (CRM)을 개발하였다. 네트워크는 다계층 멀티 프로토콜을 지원하기 위한 GMPLS 네트워크 구축을 목표로 하고 있지만 현재까지는 MPLS 제어평면 기능을 활용하여 2, 3 계층 장비만을 커버하고 있다. 현재까지 개발된 시스템들은 관리자모드의 시범서비스용이며 개발 안전화 단계를 거쳐 실제 사용자에게 서비스가 가능한 시스템으로 전환 할 예정이다. 개발되어진 Web portal, GRS, NRM와 테스트베드 네트워크와의 연동을 통해 예약기반의 동적 자원 할당 네트워크 구성이 가능하다.

### 2.3 네트워크 자원관리시스템 (NRM) 구조

그림 2는 네트워크 자원에 대해 조회, 예약, 해제 및 취소에 필요한 GNSI 메시지를 GRS에 전달하고 라우터에게 실제 할당 및 해제 명령을 전달하는 NRM 시스템의 구성도와 외부 인터페이스를 나타낸다<sup>9)</sup>.

NRM 시스템은 GNMH (Grid Network Message Handler), PCRA (Path Computation and Resource Admission), GUMH (GUNI Message Handler) 블록으로 구성 된다<sup>9)</sup>. 외부 인터페이스로 WSRF (Web Service Resource Framework) 기반의 GNSI (Grid Network Service Interface), 그리고 특정 전달 망이나 장비의 제어 기술에 독립적으로 정의된 GUNI (Grid User Network Interface)가 있다. GRS 와는 단일 또는 두 단계 자원 예약 메커니즘을 이용하는 GNSI 인터페이스가 사용 된다<sup>10)</sup>. GUNI는 예약된 그리드 네트워크의 자원의 할당 및 해제를 위하여 실제 상용라우터의 MPLS 제어평면과 인터페이스 기능을 수행한

다. HMI는 관리자와 NRM 블록사이의 인터페이스를 정의한다. GNMH 블록은 GNSI 인터페이스를 통해 요청된 예약 정보를 PCRA로 전달하는 기능을 수행한다. PCRA는 추상화된 토폴로지를 구성하기 위하여 네트워크 경로를 생성하거나 삭제하고 네트워크 경로 자원의 생성과 해제 기능을 수행한다. 또한, 생성된 네트워크 자원에 대하여 시간대 별로 예약을 수행하며 예약된 자원의 할당과 해제를 위하여 GUMH 블록과 인터페이스를 수행한다. GUMH 블록은 GUNI 인터페이스를 통하여 MPLS 네트워크와 LSP의 설정 및 해제를 위한 제어 정보를 교환한다<sup>9)</sup>. HMIH 블록은 HMI 인터페이스를 통하여 관리자가 요청하는 네트워크 경로와 자원의 관리, 예약 및 정책 설정을 위해 사용자 인터페이스 기능을 제공한다.

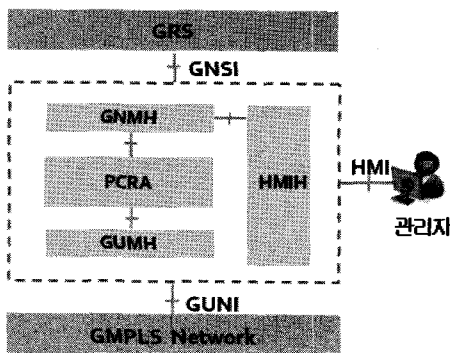
#### 2.3.1 GNSI 인터페이스 메시지 정의

GNSI 인터페이스는 그리드 네트워크 경로 서비스, 그리드 네트워크 자원 서비스, 그리드 네트워크 자원 예약 서비스로 구분하여 각 서비스별로 메시지들이 정의된다. 그중에서도 GNSI 인터페이스의 핵심인 자원 예약 서비스는 GLIF (Global Lambda Integrated Facility)의 자원예약 메시지를 참조하여 정의되었다. 또한 두 종단노드 사이에 시간대별로 예약된 자원들의 정보를 조회하기 위해 GetAllReservedResources 메시지를 자원예약 서비스에 추가로 정의하였다.

표 1은 네트워크 자원 예약 서비스를 위해 구현한 GNSI 인터페이스 메시지를 정의한다. CreateResourceResv는 자원의 예약을 위해, GetResourceProperty는 예약된 단일 Resv\_ID 에 해당하는 속성 정보를 반환하기 위해 사용되는 메시지이다. GetAllReservedResources는 요청한 두 종단노드 경로 사이에 예약된 모든 Resv\_ID의 속성 정보와 누적 대역폭 및 가용대역폭 정보를 반환하기 위해 사용되는 메시지이다. 예약의 취소 및 해제를 위해서는 각각 CancelResourceResv, ReleaseResourceResv가 사용되어 진다. 그리드 네트워크 자원을 묘사하기 위해 GNPR (Grid Network Path Resource), GRR (Grid Resource Reservation) 의 2계층 정보 모델을 사용하였다.

#### 2.3.2 네트워크 자원 예약 및 할당을 위한 GNSI/GUNI 인터페이스 메시지 흐름

그림 3는 사용자가 웹 포털 시스템을 통해 네트워크 자원 예약을 요청 했을 시 GRS 와 NRM 사이에 GNSI 인터페이스 메시지 및 NRM과 라우터 간의 GUNI 메시지 흐름의 예이다. 먼저 사용자가 원하는



- GNSI : Grid Network Service Interface
- GUMH : Grid User network interface Message Handler
- GUNI : Grid User Network Interface
- HMI : Human Machine Interface
- HMIH : HMI Handler
- PCRA : Path Computation and Resource Admission

그림 2. NRM System Configuration and External Interfaces

표 1. 네트워크 자원 예약 서비스를 위한 GNSI Interface Messages

Message	Description
CreateResourceResv	GRS가 사전에 구성하여 놓은 그리드 네트워크 경로 및 자원에서 네트워크 자원을 예약하기 위하여 사용되는 메시지
CancelResourceResv	활성화되기 전의 그리드 네트워크 자원의 예약을 취소하기 위하여 사용되는 메시지
ReleaseResourceResv	활성화된 그리드 네트워크 자원에 대하여 예약의 종료시간 전에 자원을 해제하기 위하여 사용하는 메시지
GetResourceProperty	Resv-ID를 이용하여 그리드 네트워크 자원의 특정 예약에 대해 속성 정보를 조회하는 메시지
GetAllReservedResources	두 종단노드인 A와 B 사이의 모든 예약에 대하여 검색의 시작시간(T1)과 종료시간 (T2) 사이에 있는 예약들의 정보를 조회하는 메시지
UpdateResourceProperties	예약된 그리드 네트워크 자원에 대하여 예약의 시작 및 종료 시간, 대역폭 등의 속성을 변경하는 메시지

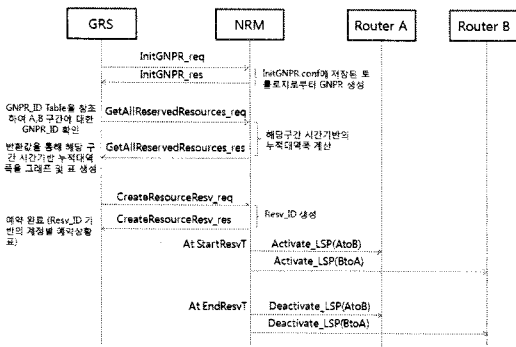


그림 3. 네트워크 자원 예약 및 할당 위한 GRS-NRM GNSI 메시지, NRM-Routers GUNI 메시지 흐름도

네트워크 구간 A, B를 입력하게 되면 초기화 작업 시 생성된 GNPR\_ID Table을 참조하여 GRS에서는 해당 구간의 GNPR\_ID를 확인한다. 초기화 과정이 완료 되면 GRS는 네트워크 구간 (A, B) 및 사용 시각 (T1, T2)를 입력 값으로 하여 GetAllReservedResource\_req 메시지를 NRM으로 전송한다. NRM은 A-B 구간의 모든 예약들에 대해 TimeInfo (시간정보), AccumulatedBW (누적대역폭), ResidualBW (남은대역폭), Resv-ID-List (예약 ID) 등을 반환 값으로 하는 응답 메시지 GetAllReservedResource\_res를 GRS에게 전송하고 GRS는 NRM으로부터 받은 반환 값들을 이용하여 A-B 구간에 대해 시간기반의 누적 대역폭 및 남은 대역폭을 계산한다. 또한 GRS는 반환 값으로 받은 정보를 이용하여 사용자가 조회 가능한 시간기반 누적 대역폭 그래프와 표를 생성한다.

다음으로 GRS는 해당 구간의 GNPR-ID, 사용시각 (T1, T2), 대역폭 (가용 대역폭 이하의 대역폭) 을 최종 입력 값으로 하여 CreatResourceResv\_req 메시지를 NRM에 전송한다. NRM은 반환 값으로 Resv-ID 등을 생성하여 GRS에게 CreatResourceResv\_res 메

시지를 전송한다. 마지막으로 GRS는 Resv-ID값을 가지고 계정별 예약 상황을 업데이트함으로써 예약이 완료되어 진다.

예약이 완료되어 지면 NRM은 예약 시각의 시작 시점에 GUNI 인터페이스를 통해 라우터에 양방향 MPLS LSP를 할당하기 위한 메시지 (Activate\_LSP)를 라우터 A, B에 전달한다. 또한 예약 시각의 종료 시점에 양방향 MPLS LSP를 해제하기 위한 GUNI 메시지 (Deactivate\_LSP)를 라우터 A, B에 전달한다.

### III. 통합자원관리시스템에 의한 자원 예약 및 할당

본 절에서는 상용 라우터로 구성된 테스트베드 네트워크상에서 통합자원관리시스템을 이용하여 자원의 예약 및 할당이 가능한 하나의 시나리오를 소개한다. 먼저 자원 예약 및 할당 시나리오에 대해 소개하고 웹 포털 인터페이스 상에서의 네트워크 자원 예약 수행 과정에 대해 설명한다.

#### 3.1 통합자원관리시스템 기반의 자원 예약 및 할당 시나리오

테스트베드 네트워크-통합자원관리시스템 연동 구성도는 그림 4와 같다. 클러스터 노드는 라우터 A와 라우터 B에 각각 연결되어 있으며, 통합자원관리시스템과 테스트베드 망을 그림 4와 같이 연동하였다. 통합자원관리시스템 및 클러스터, 라우터는 공인 IP를 통해 공용 네트워크로 연동되어 있으며 라우터와 클러스터 사이는 사설 네트워크로 구성 되어 졌다. GRS는 테스트베드 망 위에 공인 IP를 통해 각각 CRM (컴퓨팅 자원관리시스템), NRM (네트워크 자원관리 시스템)의 공인 IP와 서로 통신하며 자원의 조회 및 예약을 위해 정보를 주고받는다.

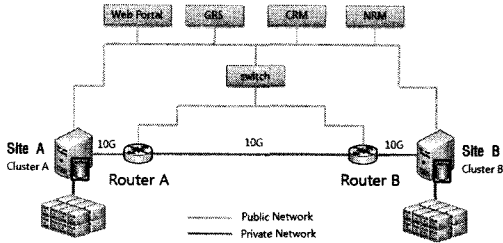


그림 4. 테스트베드 네트워크-통합자원관리시스템 연동 구성도

그림 5는 자원 예약 및 할당을 위한 시나리오 예이다. 라우터 A에 연결된 클러스터의 컴퓨팅 데이터를 라우터 B에 연결된 클러스터로 전송한 후 그곳 클러스터를 활용 컴퓨팅 작업을 완료한 후 다시 라우터 A에 연결된 클러스터로 결과 데이터를 전송하는 것이다. 그림 5에 설명되어진 시나리오 대로 사용자가 컴퓨팅을 위해 필요한 컴퓨팅 자원 및 네트워크 자원을 직접 예약하고 지정한 예약시간에 맞춰 자원 할당을 수행 할 수 있다. 위의 시나리오는 컴퓨팅 자원과 네트워크 자원의 동시 예약을 위해 필요한 시나리오이지만, 사용자 웹 포털은 네트워크 자원만의 예약을 위해 별도의 인터페이스를 제공하고 있으며 다음절에서 네트워크 자원만의 예약 수행을 위한 사용자 웹 포털 인터페이스에 대해 설명한다.

### 3.2 웹 포털 인터페이스 상에서의 네트워크 자원 예약

본 절에서는 네트워크 자원 예약을 위한 웹 포털 인터페이스에 대해 설명한다. 기본적으로 웹 포털 인터페이스에서는 사용자 요구사항에 기반하여 자원 예약 정보를 입력받아 사용자 작업을 실행하고 모니터링 할 수 있는 기능을 제공한다. 네트워크 자원 예

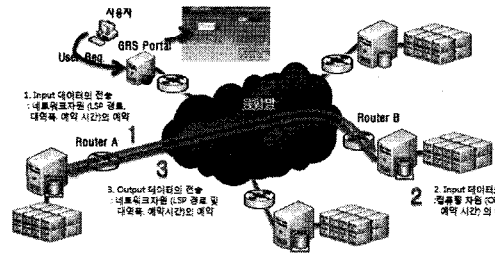


그림 5. 통합자원관리시스템에 의한 자원 예약 및 할당 시나리오 예

약과 관련하여 사용자는 네트워크 구간, 네트워크 자원 예약의 시작 시간 및 종료 시간, 대역폭을 웹 포털 인터페이스를 통해 입력하게 된다.

사용자가 네트워크 자원만을 이용할 경우, 웹 포털은 다음과 같은 웹 인터페이스를 제공한다. 여기서는 네트워크 자원 예약에 필요한 정보를 입력하는 인터페이스 및 예약하고자 하는 구간에 대한 현재 사용 가능한 대역폭 및 활용현황을 제공하며, 사용자는 이 현황 정보를 이용하여 가능한 대역폭에 대해 예약을 수행한다. 그림 6은 네트워크 자원 예약을 위한 웹 포털 인터페이스 화면이다. 자원 예약을 위한 경로 구간 및 예약 시간을 입력하게 되면 그 정보가 HTTP를 통해 SOAP (Simple Object Access Protocol) 메시지로 GRS 웹 서버에 전달된다. 이 정보는 먼저 예약의 조회를 위해 GNSI 인터페이스 SOAP 메시지로 NRM에게 전달된다. NRM은 예약의 조회에 필요한 GNSI 인터페이스 SOAP 메시지를 GRS에게 회신 한다. GRS는 NRM에게서 전달받은 GNSI 인터페이스 SOAP 메시지 반환 값을 이용하여 주어진 네트워크 경로 (라우터 A-라우터 B)에 대해 가능한 대역폭을 계산한 후 그림 7과 같이 사용자 웹 포털에서 그래프

#### 네트워크 자원 예약

#### 작업관리>> 네트워크 자원 예약

HOST NAME	SITE NM	HOST DESC	PRIVATE IP
nova07	ANTLAB	nova07	192.168.150.7
nova01	상광빌	nova01	192.168.125.7
nova04	서울분원	nova04	192.168.175.7

구간정보: nova07 <<====>> nova07 BAND WIDTH: [ ]

시작시간: [ ]시 [ ]분 종료시간: [ ]시 [ ]분

[ NR 예약 ] [ 취소 ] [ 호스트 등록 ]

그림 6. 네트워크 자원 예약을 위한 경로 및 예약 시간 입력 화면

네트워크 자원 예약

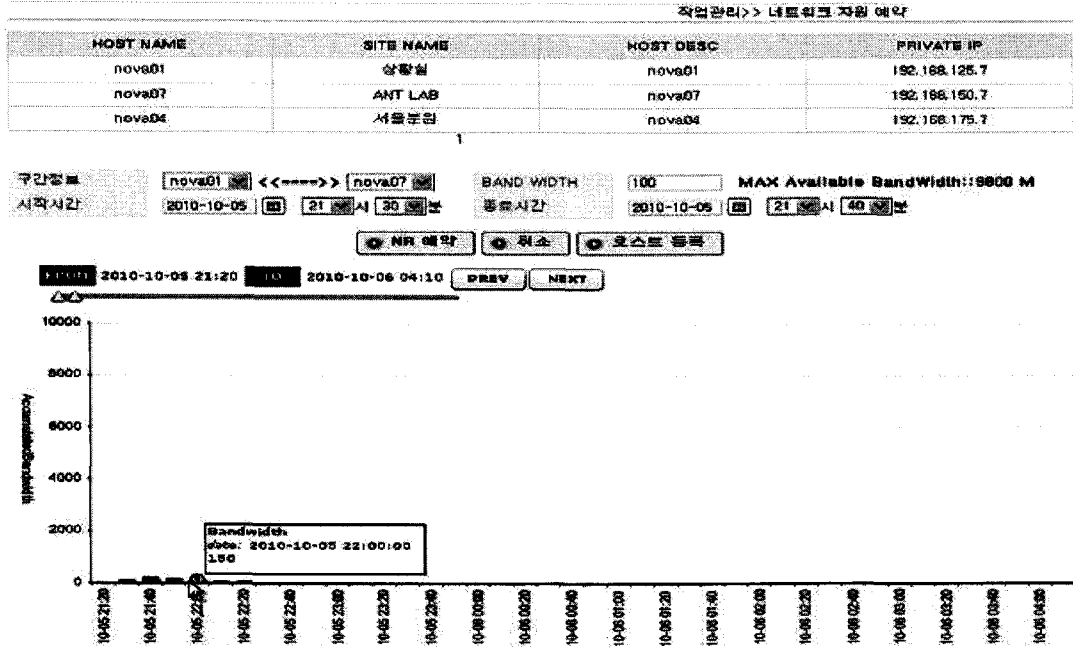


그림 7. 라우터A-라우터B 네트워크 자원 예약 현황 및 대역폭 입력 화면

로 보여주게 된다. 네트워크 자원예약 조화를 위한 GNSI 인터페이스 메시지는 II절의 3 소절에서 언급하였다. 예약을 위한 조화가 끝나게 되면 사용자는 가용한 대역폭을 보고 그보다 작은 대역폭을 그림 7의 웹 포털 인터페이스 화면에서 입력할 수 있다. 사용자로부터 입력받은 대역폭과 경로, 예약 시간정보를 입력값으로 하는 GNSI 인터페이스 SOAP 메시지가 GRS에서 NRM에게 전달되고, NRM은 화신메시지로서 Resv-ID를 출력 값으로 하는 GNSI 인터페이스 SOAP 메시지를 GRS에게 전달한다. GRS는 Resv-ID 값을 가지고 계정별 예약 상황을 업데이트함으로써 예약을 완료한다. 그림 7의 사용자 웹 포털 인터페이스에서는 예약의 시작 시점 및 종료시점 선택 시 선택된 예약 시간 구간에 대해 Max Available Bandwidth를 제공하여 예약 가능한 대역폭 정보를 제공한다. 네트워크 자원 예약 (생성)을 위한 GNSI 인터페이스 메시지는 II절의 3 소절에서 언급하였다.

#### IV. 예약된 네트워크 자원 할당

본 절은 개발되어진 통합자원관리시스템 (웹 포털, GRS, NRM) 에 의해 네트워크 자원 예약이 필요 할 시 예약 완료 후 예약의 시작시점에 할당되어진 네트워크 자원에 대한 결과를 설명한다. 즉 하나의 예로서

그림 4의 라우터 A 와 라우터 B 사이에 5M에 해당하는 대역폭 및 예약 시간을 개발되어진 통합자원관리 시스템 (웹포털-GRS-NRM)을 통해 예약한 후 할당된 MPLS LSP 자원에 대한 결과를 설명한다. 웹 포털 인터페이스를 통한 네트워크 자원 예약 과정은 III절의 그림 6, 7을 통해 이해 할 수 있으며, 웹 포털에서 입력받은 네트워크 자원 예약 정보를 받아 GRS-NRM 사이에 GNSI 인터페이스 메시지를 주고받으며 조화 및 예약을 완료하는 과정은 II절의 3소절에서 설명하였다. 본 절에서는 통합자원관리시스템을 이용하여 예약 완료 후 사용자가 예약한 시각의 시작시점에 NRM GUNI 인터페이스 메시지를 통해 라우터에 전달되어진 MPLS LSP 구성 정보를 확인한다. 또한 통합자원관리시스템을 통해 예약 할당되어진 LSP 경로를 확인하였고, 할당된 LSP 경로를 통해 실제 트래픽이 전송되는지를 확인하였다.

##### 4.1 NRM GUNI 인터페이스 메시지에 의한 라우터 MPLS 구성 정보 확인

GNSI 인터페이스 메시지를 통해 예약되어진 네트워크 자원을 할당하기 위해 GUNI 인터페이스를 통해 라우터에 전달되어진 MPLS LSP 구성 정보를 확인해 본다. NRM GUNI 인터페이스를 통해 라우터 A와 라우터 B에 연결되어있는 클러스터를 양방향 FEC 호스

트 기반으로 LSP를 할당하였다<sup>7)</sup>. 라우터 A, B는 유니퍼의 상용 라우터를 이용하였다<sup>8)</sup>. 확인된 정보는 NRM GUNI 인터페이스를 통해 라우터에 전달되어진 메시지가 CLI 처리 과정을 거친 결과이다.

그림 8와 같이 라우터 A (ID: 1.1.1.4)로부터 라우터 B (ID: 1.1.1.1)에 연결된 클러스터 (IP 192.168.125.7) 까지 FEC 호스트 기반으로 5M 대역폭을 LSP로 할당하기 위해 NRM GUNI 인터페이스 메시지가 라우터 A에 전달되었음이 확인되었다. 또한 label-switched-path 세션을 정의하기 위한 name은 네

```
mpls {
  label-switched-path 1:2884:1::9750:3::3343
  {
    to 1.1.1.1;
    install 192.168.125.7/32;
    lsp-attributes {
      switching-type psc-1;
      encoding-type packet;
    }
    bandwidth 5m;
    no-cspf;
    primary 1:2884:1::9750:3::3343;
  }
  path 1:2884:1::9750:3::3343 {
    1.1.1.1 loose;
  }
}
```

그림 8. 라우터 A MPLS 구성 정보

```
mpls {
  label-switched-path 1:2884:1::9750:3::3343
  {
    to 1.1.1.4;
    install 192.168.175.7/32;
    lsp-attributes {
      switching-type psc-1;
      encoding-type packet;
    }
    bandwidth 5m;
    no-cspf;
    primary 1:2884:1::9750:3::3343;
  }
  path 1:2884:1::9750:3::3343 {
    1.1.1.4 loose;
  }
}
```

그림 9. 라우터 B MPLS 구성 정보

트워크 자원 예약을 위한 표시자인 Resv-ID (1:2884:1::9750:3::3343) 가 NRM으로부터 전달되었음이 확인되었다.

또한 그림 9와 같이 라우터 B로부터 라우터 A에 연결된 클러스터 (IP: 192.168.175.7) 까지 FEC 호스트 기반의 LSP 할당을 위해, 그리고 5M 대역폭 설정을 위해 필요한 GUNI 인터페이스 message가 라우터 B에 전달되었음이 확인되었다.

## 4.2 할당된 LSP 경로

### 4.2.1 라우터 LSP 경로 확인

1 소절에서 설명한 NRM GUNI 인터페이스를 통해 라우터에 전달되어진 명령 메시지가 실제 LSP를 생성시켰는지를 확인하였다. 그림 10과 같이 라우터 A에서 Ingress 라우터, Egress 라우터, 그리고 Transit 라우터로서 할당된 LSP 세션 정보를 확인하였다. 첫 번째 결과가 라우터 A에서 라우터 B까지 생성된 Ingress LSP 세션이며, 두 번째 Egress LSP 세션의 결과가 라우터 B에서 라우터 A로의 LSP 세션이다.

### 4.2.2 설정된 LSP 경로를 통한 트래픽 테스트

마지막으로 실제 설정된 LSP 경로로 트래픽이 전송되는지를 확인 하였다. 라우터 A에서 라우터 B까지 1000개의 패킷을 전송해 보고 설정되어진 LSP를 통해 실제 패킷이 전송되는 지를 확인하였다<sup>7)</sup>. 그림 11 처럼 1000개의 패킷이 설정된 LSP 경로를 통해 전송되어짐을 확인 할 수 있다.

## V. 결 론

MPLS 기능을 지원하는 상용 라우터로 구성된 테스트베드 네트워크 기반위에 통합자원관리시스템을 이용하여 네트워크 자원의 예약 및 할당 시험을 수행해 보았다. 네트워크 자원 예약 및 할당을 위한 통합자원관리시스템은 웹포털, GRS, NRM 으로 구성된다. 웹포털을 통해 네트워크 자원 예약 정보를 입력받아 GRS와 NRM 간에 GNSI 인터페이스 메시지를 통해 네트워크 자원을 예약 할 수 있다. 또한 예약 시작의 시작 시점 및 종료 시점에 NRM GUNI 인터페이스 메시지를 통해 라우터 간 MPLS LSP를 각각 할당 해제 할 수 있었다. LSP 할당 후 NRM을 통해 라우터에 전달되어진 구성 정보 및 LSP 세션을 확인 하였다. 이를 통해 사용자가 웹 포털을 이용하여 제공한 예약 정보를 이용하여 통합자원관리시스템을 통해 동적 자

```

Ingress LSP: 1 sessions
To          From      State  Rt      ActivePath          P      LSPname
1.1.1.1    1.1.1.4    Up     2       1:2884:1::9750:3::3343 *    1:2884:1::9750:3::3343
Total 1 displayed, Up 1, Down 0

Egress LSP: 1 sessions
To          From      State  Rt      Style  Labelin  Labelout  LSPname
1.1.1.4    1.1.1.1    Up     0       1      FF      3        -        1:2884:1::9750:3::3343
Total 1 displayed, Up 1, Down 0

Transit LSP: 0 sessions

Total 0 displayed, Up 0, Down 0
    
```

그림 10. 할당된 LSP 경로 확인 테스트 결과 (라우터 A)

```

Ingress LSP: 1 sessions
To          From      State  Packets  Bytes  LSPname
1.1.1.1    1.1.1.4    Up     1000    84000  1:2884:1::9750:3::3343
Total 1 displayed, Up 1, Down 0
    
```

그림 11. 생성된 LSP 경로를 통한 트래픽 테스트 결과

원 할당 네트워크 구성이 가능함을 확인하였다.

### 참 고 문 헌

- [1] A Takefusa, M Hayashi, n Nagatsu, H Nakada, T Kudoh, T Miyamoto, T Otani, H tanaka, M Suzuki, Y Sameshima, W Imajuku, M Jinno, Y takigawa, s Okamoto, Y Tanaka, S Sekiguchi, 'G-lambda: Coordination of a grid scheduler and lambda path service over GMPLS', *Future Generation Computing Systems*, pp. 868-875, vol. 22 No. 8, Oct. 2006
- [2] G. Markidis, A. Tzanakaki, N. Ciulli, G. Carrozzo, D. Simeonidou, R. Nejabati, G. Zervas, 'EU Integrated Project PHOSPHORUS: Grid-GMPLS Control Plane for the Support of Grid Network Services', *ICTON '07*, pp. 26-31, July 2007
- [3] Ibrahim W. Harbib, Q. Song, Z. Li, and Nageswara S. V. Rao, 'Deployment of the GMPLS Control Plane for Grid Applicaitons in Experimental High-Performance Networks', *IEEE Communications Magazine*, pp. 65-73, Vol. 44, Issue 3, March 2006.
- [4] M Hayashi, T Miyamoto, T Otani, H Tanaka, A Takefusa, H Nakada, T Kudoh, N Nagatsu, U Sameshima, S Oamoto, 'Managing and controlling GMPLS network resources for Grid applications', *OWQ3, OFC '06*, pp. 3-5, March 2006.
- [5] Xi Yang, Tom Lehman and Chris Tracy, 'Policy-based Resource Management and Service Provisioning in GMPLS Networks', *INFOCOM'06*, pp 1-12, April 2006
- [6] 임헌국, 조광중, 김동균, '과학기술자원 용 합망 구축 및 개발사업', *2008 인터넷정보 학회 추계 학술대회*, 9권, 2호, pp. 11-14, Nov. 2008.
- [7] Mitsuo Hayasaka; Thavisak Manodham; Tetsuya Miki, 'A Novel Path Protection Scheme with FEC Path in Connection Oriented Networks', *Asia-Pacific Conference on Communications '06*, pp. 1-5, Aug. 2006
- [8] MPLS Applications Configuration Guide, Release 10.0, *Juniper Networks Inc.*, Oct. 2009.
- [9] 한장수, 차영욱, 공정욱, 석우진, 김춘희, '그리드 네트워크 자원 관리기의 설계 및 구현과 국제 호환성 시험', *2010 한국통신 학회 추계학술대회*, 1권, 1호, pp 1-2, Feb. 2010
- [10] Grid Network Service - Web Services Interface (GNS-WSI), version 3, 2008, Web site:



www.g-lambda.net

임 현 국 (Huhnkuk Lim)

정회원



1999년 2월 항공대학교 전자  
공학과 졸업

2001년 2월 광주과학기술원 정  
보통신공학과 석사

2006년 2월 광주과학기술원 정  
보통신공학과 박사

2006년 3월~현재 한국과학기  
술 정보연구원 선임연구원

<관심분야> 네트워크 자원할당 기술, GMPLS 네트  
워크, 광 패킷 스위칭 기술

한 장 수 (Jangsoo Han)

정회원

2011년 2월 안동대학교 컴퓨터 공학과 석사

2011년 3월~현재 (주)제이씨 엔터테인먼트 연구원

<관심분야> 그리드 네트워크, 망 자원 관리

차 영 옥 (Younguk Cha)

정회원

1987년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업

1992년 2월 충남대학교 전자 통계공학과 석사

1998년 2월 경북대학교 컴퓨터 공학과 박사

1999년 3월~현재 안동대학교 컴퓨터공학과 교수

<관심분야> 광 인터넷, 망 제어 및 관리, NGN

문 정 훈 (Jeonghoon Moon)

정회원



1999년 2월 경북대학교 컴퓨터  
공학과 석사

1999년 3월~현재 한국과학기  
술 정보연구원 선임연구원

<관심분야> 네트워크 가상화,  
융합네트워크, 원격가상 현실

공 정 옥 (Jonguk Kong)

정회원



1993년 2월 한국과학기술원 전  
기 및 전자공학과 졸업

1998년 2월 포항공과대학교 정  
보통신공학과 석사

1993년 2월~2001년 2월 데이  
콤 종합연구소 선임연구원

2002년 2월~현재 한국과학기  
술 정보연구원 선임연구원

<관심분야> 망 성능 분석, 망자원 관리