과학기술 융합망 네트워킹 자원관리 시스템(NRM) 요구사항 개발서

연구망개발팀 / CNI 사업단

머리말

본 문서는 과학기술 융합망의 네트워킹 자원관리 시스템의 개발을 위한 요구사항 개발서이다.

문서 변경 이력

Version	작성일자	변경 내역
0.9	2008.10.06	초안 최초 작성

1. 일반사항

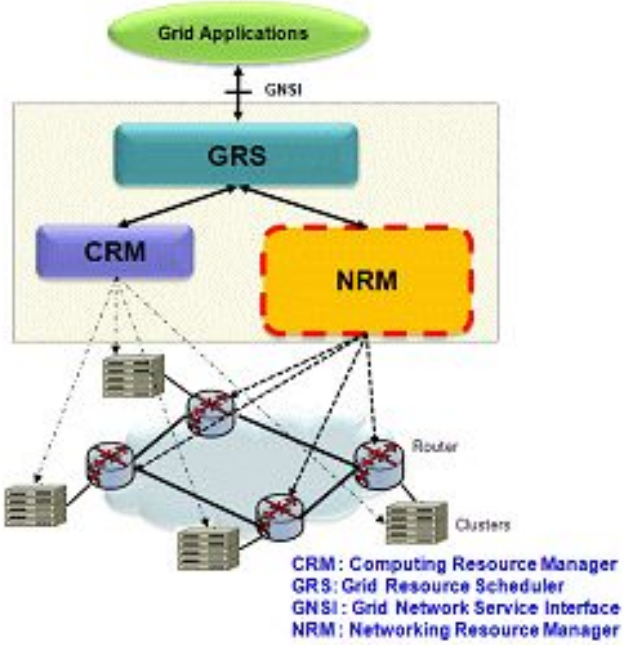
1.1. 개요

과학기술 융합망의 네트워킹 자원관리 시스템(Networking Resource Management System, NRM)은 응용 프로그램의 수행을 목적으로 제공되는 융합망에 연결된 모든 컴퓨팅 자원을 사용자에게 할당하기 위한 서비스를 제공한다.

1.2. 필요성

미국에서 1998 년부터 연구되기 시작한 그리드는 지리적으로 분산된 다양한 컴퓨팅 자원을 초고속 네트워크로 연결하여 고속 연산, 대용량 데이터 처리, 가상공간에서 협업 연구 및 작업을 가능하게 하는 기술이다. 그리드 기술의 개발과 표준화를 진행하고 있는 OGF(Open Grid Forum)에서는 2002 년에 그리드와 웹 서비스 기술을 상호 결합한 개방형 통합 표준인 OGSA(Open Grid Services Architecture)를 제정 하였다. 일반적인 그리드 미들웨어에서는 컴퓨팅 자원의 관리만이 정의되어 있으며, 네트워크 자원의 관리는 충분히 고려되어 있지 않다. 서비스 품질이 보장되는 신뢰성 있는 그리드 환경의 작업 수행을 위해서는 컴퓨팅 자원뿐만 아니라 네트워크 자원의 관리도 요구된다. 그리드 환경에서 네트워크 자원의 관리는 대역폭, 지연, QoS, 신뢰성, 예약시간을 고려하여 라우터와 광 스위치들 사이의 경로에 대한 예약과 할당 및 해제 기능을 수행하는 것이다.

그림 1 은 일본의 G-Lambda, 유럽의 Phosphorus 그리고 미국의 EnLighTened 와 DCN 등의 프로젝트에서 채택하고 있는 그리드 작업 환경의 스케줄러와 매니저의 구성도이다. GRS(Grid Resource Scheduler)의 요구에 의하여 NRM(Network Resource Manager)은 네트워크 자원의 예약과 할당을 수행한다. 그리드 환경에서 네트워크는 트래픽 엔지니어링이 제공되는 GMPLS(General Multi-Protocol Label Switching) 기반의 제어망과 전달망을 많이 사용하고 있다.

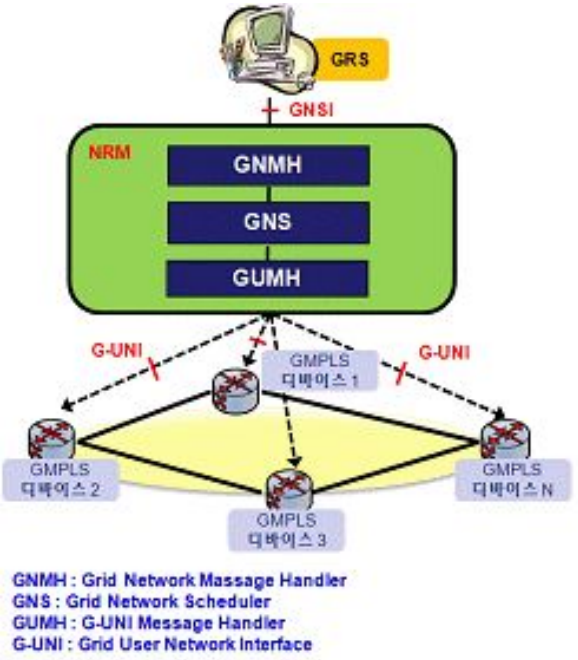


(그림 3) 그리드 스케줄러와 자원 관리 매니저의 구성도

2. 세부 시스템의 구성

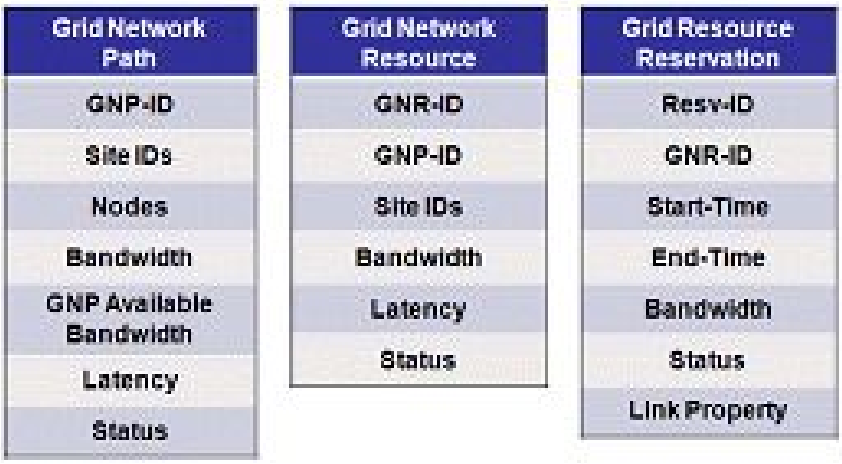
NRM 은 광 경로를 설정하기 위하여 추상화된 가상의 토폴로지를 유지하고 있으나, 네트워크 자원의 단계별 추상화 레벨에 대한 정의는 되어있지 않다. NRM 은 QoS 의 요구사항, 예약시간, 신뢰도 및 보안 등의 제약사항에 기반하여 트래픽 엔지니어링이 제공되는 GMPLS 전달망에 대하여 추상화된 네트워크의 경로계산과 동적인 자원 할당이 수행되어야 한다. GNSI(Grid Network Service Interface) 인터페이스는 신뢰성 있는 자원 관리를 수행하기 위하여 OGF 의 WSRF(Web Services Resource Framework) 기반의 2 단계 자원예약을 정의하고 있다. 또한, 자원의 예약, 변경, 해제, 상태 조회 등의 메시지가 포함되며, GMPLS 트래픽 엔지니어링을 만족하기 위한 QoS 및 다양한 형태의 연결 구성을 위한 파라미터가 포함되어 있다.

2.1. 전체구성도



(그림 2) NRM 의 모듈 및 GNSI 인터페이스

NRM 에는 GRS 와의 인터페이스를 위한 GNMH(Grid Network Message Handler), 네트워크 자원 추상화와 스케줄링을 수행하는 GNS(Grid Network Scheduler), GMPLS 제어망과의 인터페이스를 위한 GUMH(G-UNI Message Handler)로 구성된다. GNS 에서는 네트워크 자원의 추상화 단계를 체계화하기 위해서 그리드 네트워크 경로(GNP : Grid Network Path)로 구성되는 추상화된 토폴로지를 생성하며, GRS 는 생성된 GNP 를 통해 논리적인 그리드 네트워크 자원(GNR : Grid Network Resource)을 생성한다. 생성된 GNR 에 대하여 시간대 별로 여러 개의 예약이 이루어지며, 각 예약은 Resv ID(Reservation ID)를 통하여 유일하게 관리되어 네트워크 자원의 예약과 활성화가 이루어진다. 그림 3 은 GNP, GNR 그리고 Resv ID 자료구조를 나타낸다.

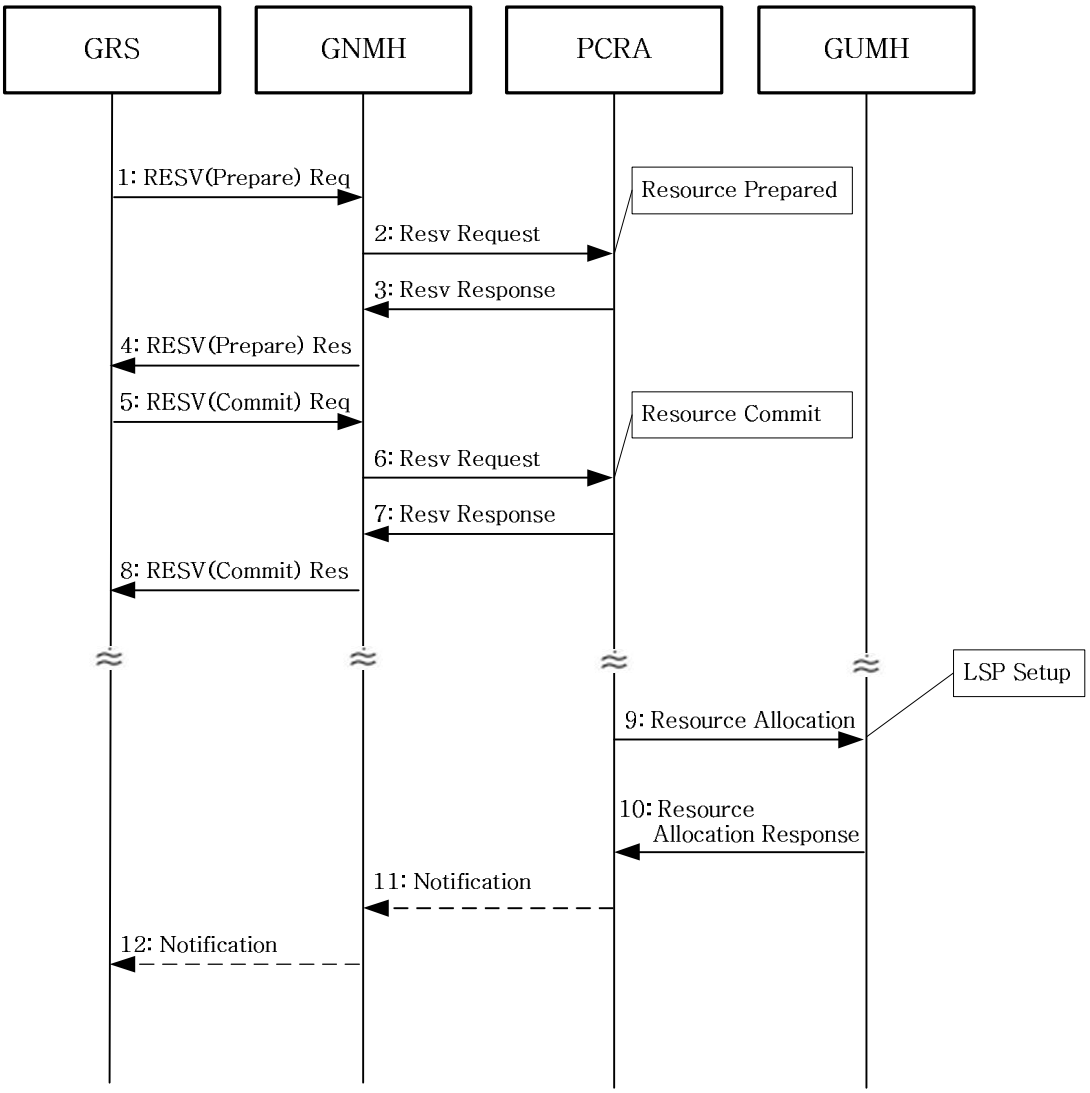


(그림 3) GNP, GNR, Resv 관계와 자료구조

GNP 테이블과 GNR 테이블의 관계는 1:N 개의 관계를 가질 수 있으나 N 개의 GNR 테이블이 요구하는 총 대역폭은 GNP 테이블에서 제공하는 대역폭을 초과할 수 없다. GNR 테이블과 GRR(Grid Resource Reservation) 테이블의 관계는 1:N 개의 관계를 가질 수 있으나 하나의 GNR 테이블에서 한 순간의 예약 시간은 중복될 수 없다.

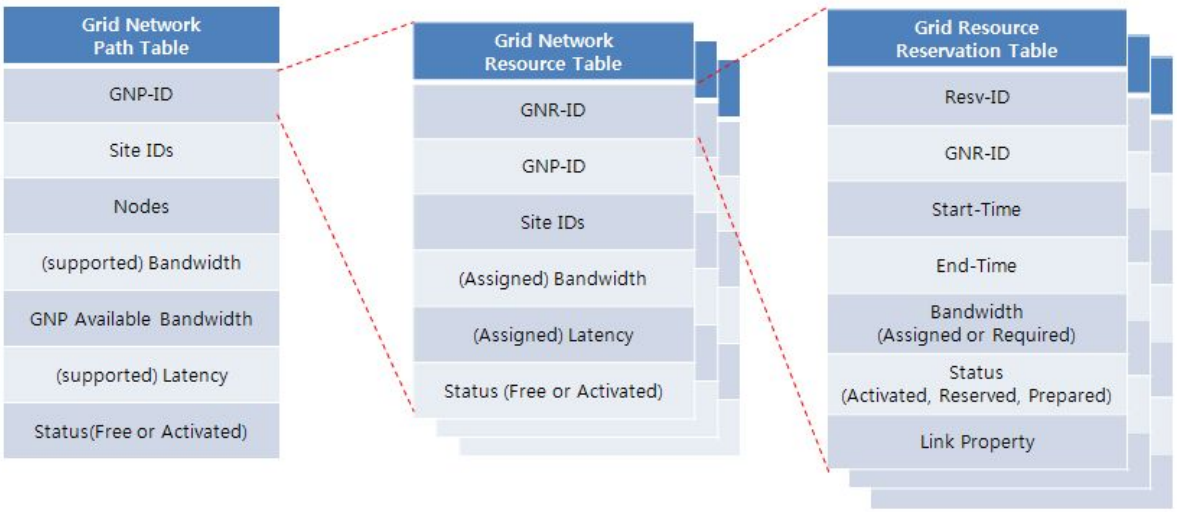
2.2. GNP, GNR 을 이용하는 예약 기반의 2 단계 자원예약 및 할당 시나리오

GRS가 그리드 네트워크 자원 예약을 요청하는 경우에 4가지의 경우를 사용할 수 있다. 자원 예약에 대한 안정성에 관련된 2 단계 또는 1 단계의 자원 예약 방법의 2가지의 경우와 예약 시간에 기반하거나 또는 실시간(On-Demand) 기반의 2가지의 자원 예약 방법이 가능하다. 아래의 시나리오는 예약 기반의 2 단계 자원 예약 및 할당 시나리오를 나타낸다.



2.3. 자료구조

GNPT, GNRT 테이블과 GRRT 테이블의 관계.



GNPT 테이블의 GNP와 GNR의 관계는 1:N 개의 관계를 가질 수 있으나 N 개의 GNR이 요구하는 총 대역폭은 GNP가 제공하는 대역폭을 초과할 수 없다. GNRT 테이블의 GNR과 GRR의 관계는 1:N 개의 관계를 가질 수 있으나 Reservation이 요구하는 예약 시간은 하나의 GNR안에서 중복될 수 없다.

GNP 테이블

Grid Network Path Table
GNP-ID
Site IDs
Nodes
(supported) Bandwidth
GNP Available Bandwidth
(supported) Latency
Status(Free or Activated)

- GNP-ID : 그리드 네트워크 경로 식별자
- Site IDs : Site와 Site를 나타내는 식별자
- Nodes : 가상 경로를 작성하는 물리적인 노드들
- (supported) Bandwidth : 가상 경로에서 지원할 수 있는 최대 대역폭
- GNP Available Bandwidth : 가상 경로에서 현재 지원할 수 있는 대역폭
- (supported) Latency : 가상 경로에서 지원하는 지연
- Status : 상태 정보 (Free, Activated)

GNR 테이블

Grid Network Resource Table
GNR-ID
GNP-ID
Site IDs
(Assigned) Bandwidth
(Assigned) Latency
Status (Free or Activated)

- GNR-ID : 그리드 네트워크 자원 식별자
- GNP-ID : 그리드 네트워크 경로 식별자
- Site IDs : Site와 Site를 나타내는 식별자
- (Assigned) Bandwidth : GNR에 할당된 대역폭

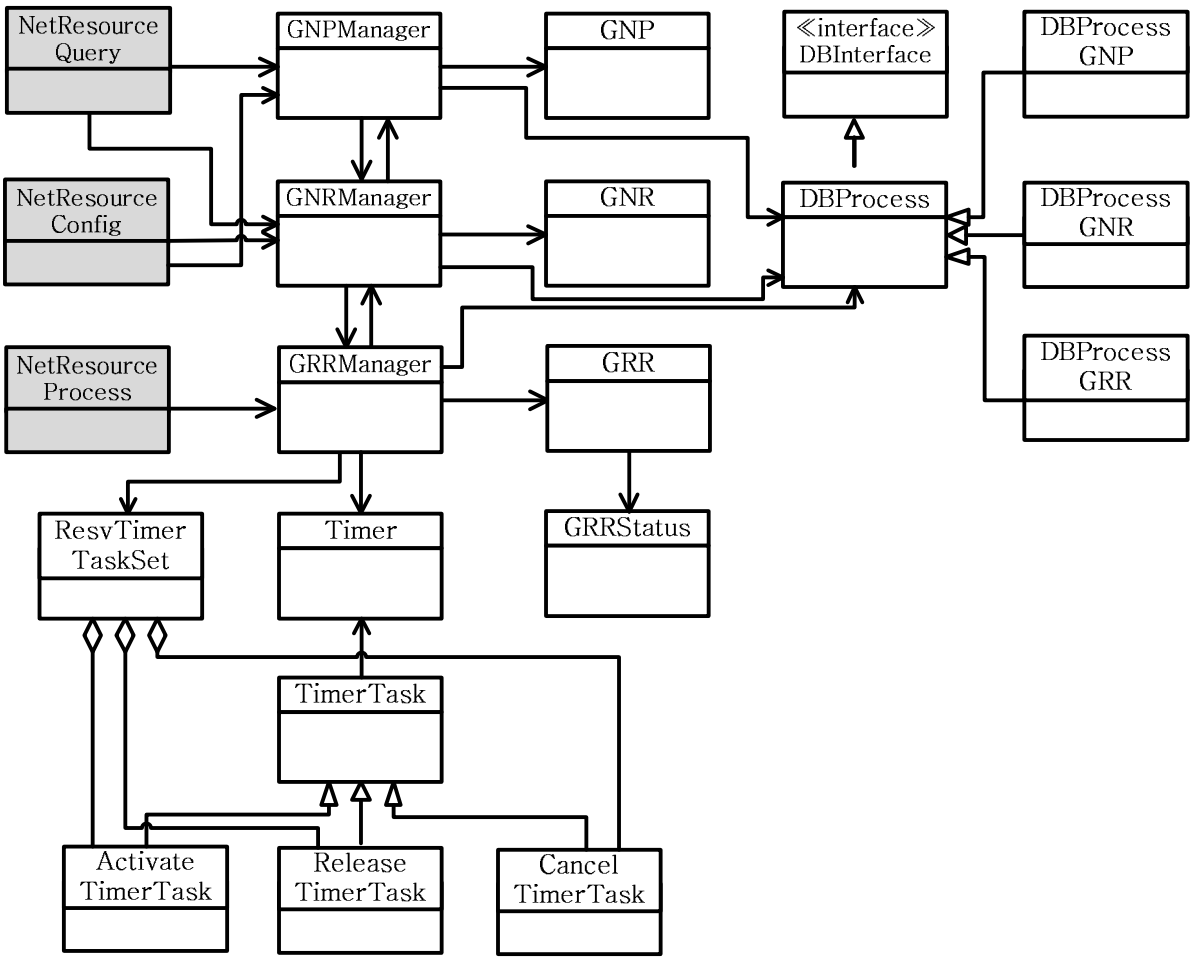
- (Assigned) Latency : GNR에 명시된 지연
- Status : 상태 정보 (Free, Activated),

GRR 테이블

Grid Resource Reservation Table
Resv-ID
GNR-ID
Start-Time
End-Time
Bandwidth (Assigned or Required)
Status (Activated, Reserved, Prepared)
Link Property

- Resv-ID : 그리드 네트워크 자원 예약 식별자
- GNP-ID : 그리드 네트워크 경로 식별자
- Start-Time : 자원의 예약 시간(Resv-Time), 예약된 자원이 할당되는 시간
- End-Time : 자원의 예약 시간(Resv-Time), 할당된 자원이 해제되는 시간
- Bandwidth : GNR에 할당된 대역폭
- Status : 상태 정보 (Prepared, Reserved, Activated)
- Link Property : 링크에 대한 속성

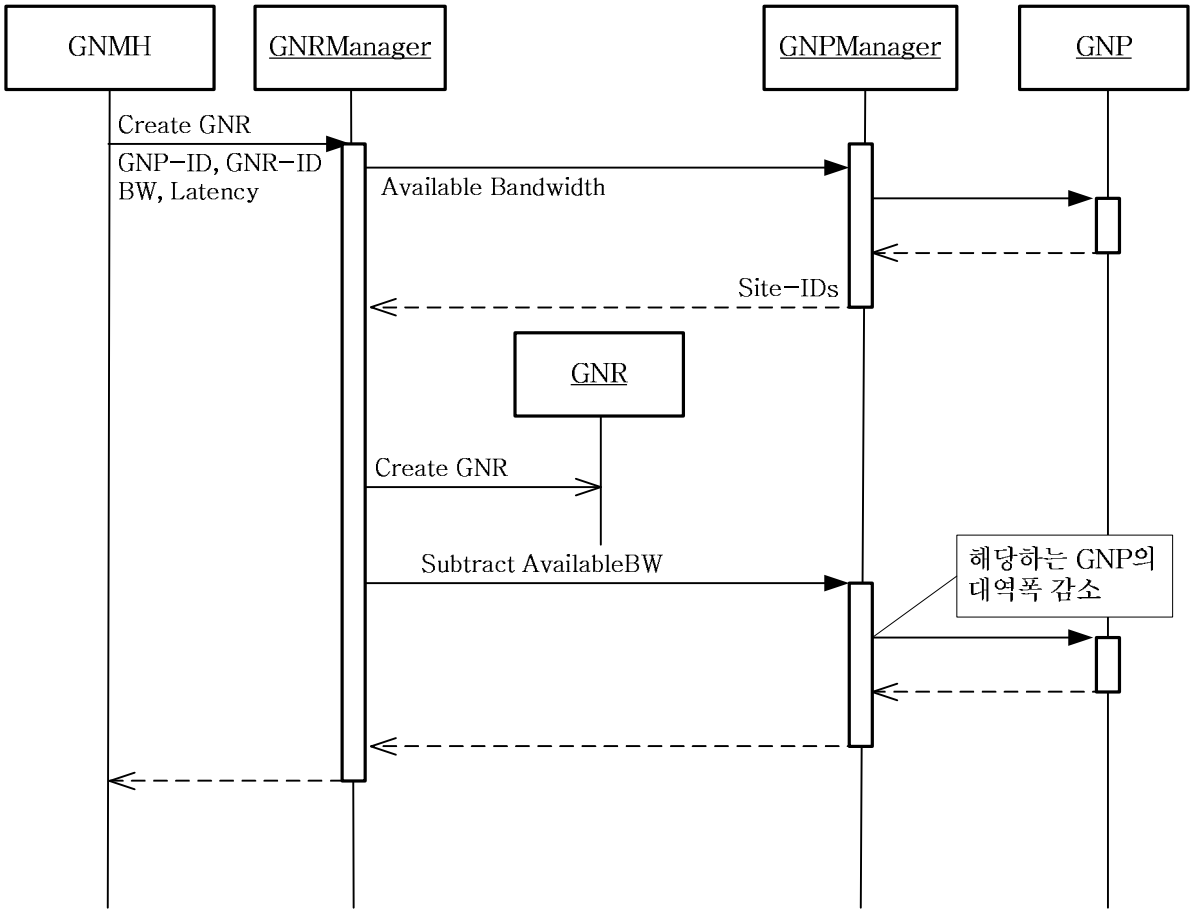
2.4. 클라스 다이어그램



NetResourceProcess : 네트워크 자원의 할당, 해제에 관련된 작업을 처리하는 클래스
NetResourceQuery : 네트워크 자원의 상태에 관련된 작업을 처리하는 클래스
NetResourceConfig : GNP, GNR 생성, 수정, 삭제에 괸련된 작업을 처리하는 클래스
GNPManager : GNP DB 테이블을 참조하고 있으며 GNP 객체와 관련된 작업을 처리하는 클래스
GNRManager : GNR DB 테이블을 참조하고 있으며 GNR 객체와 관련된 작업을 처리하는 클래스
GRRManager : GRR DB 테이블과 Timer 객체를 참조, TimerTask 테이블을 포함하며 GRR 객체와 관련된 작업을 처리하는 클래스, 2 단계 자원 예약, On-demand 또는 예약 시간 기반의 자원 예약 처리 가능.
GNP : Grid Network Path에 대한 속성과 연산을 처리하는 클래스
GNR : Grid Network Resource에 대한 속성과 연산을 처리하는 클래스
GRR : Grid Resource Reservation에 대한 속성과 연산을 처리하는 클래스

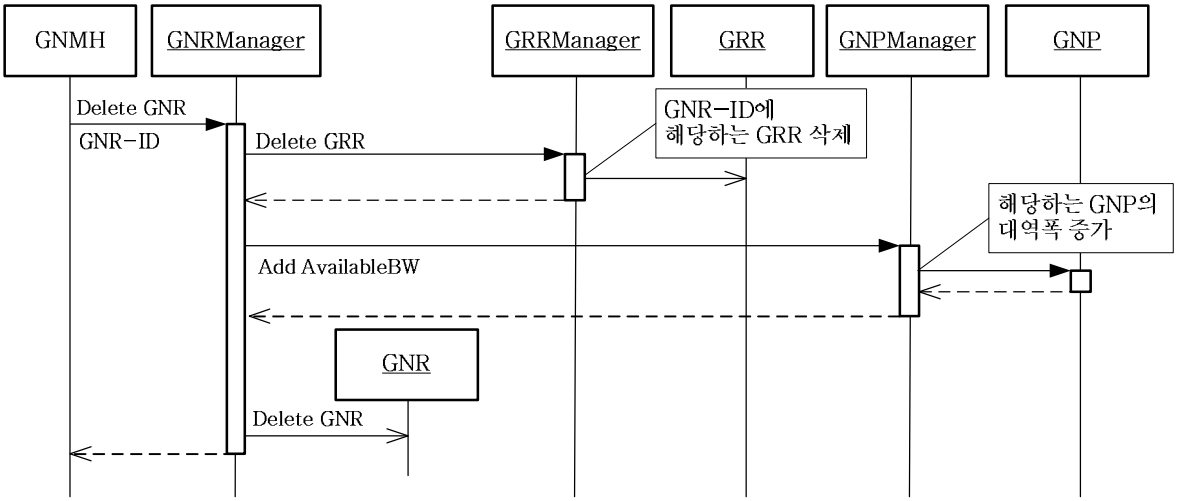
2.5. 시퀀스 다이어그램

createGridNetResource : createGNR()



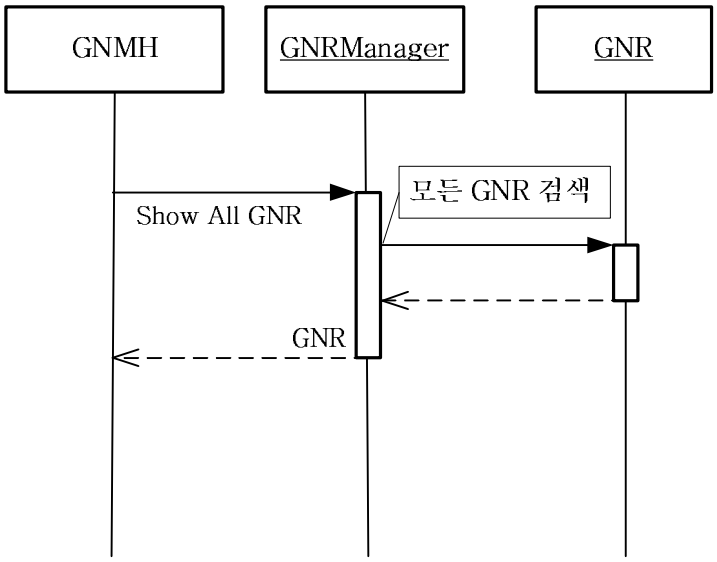
GNMH가 새로운 GNR의 생성을 위하여 GRS의 요구 사항에 기반하여 GNRManager에게 요청한다. GNRManager는 자원이 사용가능한지 GNPManager에게 요청한다.
자원의 사용이 가능하면 GNRManager는 GNR을 생성한 후 GNPManager에게 GNR에서 요구하는 대역폭을 감소하도록 요청한다.

deleteGridNetResource : deleteGNR()



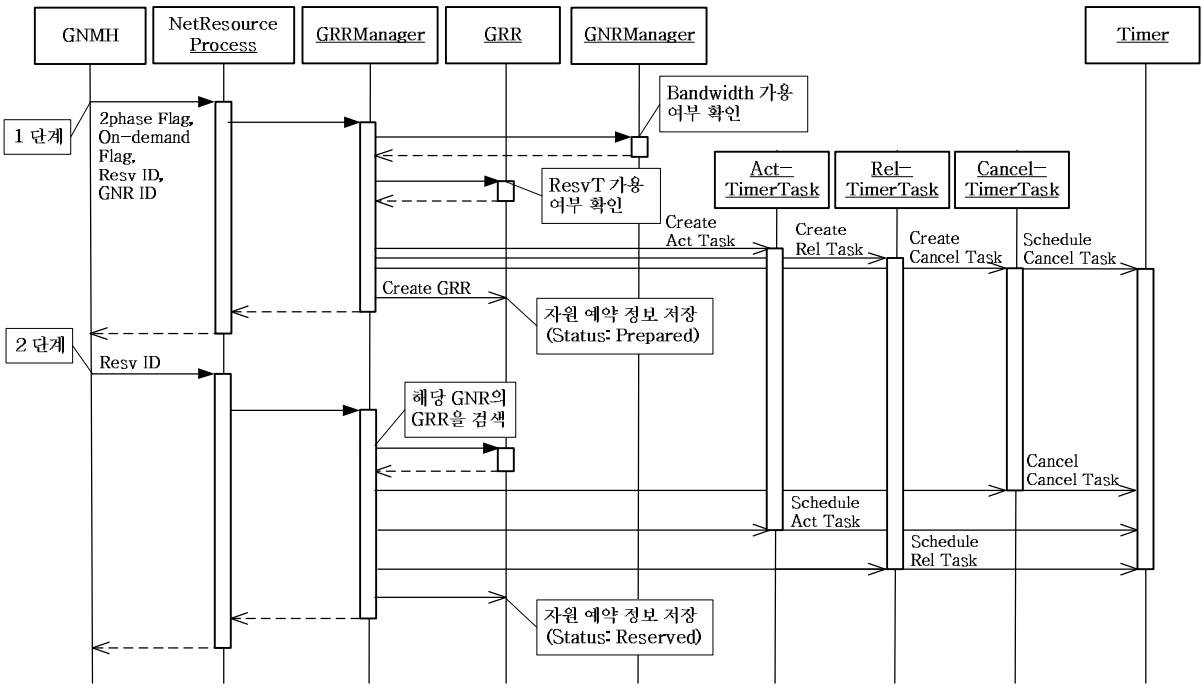
GNMH가 GNRManager에게 GNR의 삭제를 요청한다. GNRManager는 GNR을 삭제하기 전에 GRRManager에게 삭제될 GNR에 예약된 모든 GRR을 검색하여 삭제한다. GNRManager는 모든 GRR을 삭제한 후에 GNPManager에게 GNR에 할당된 대역폭만큼 증가를 요청한다. 마지막으로 GNRManager는 GNR을 삭제한다.

getAllGridNetResource : getAllGNR

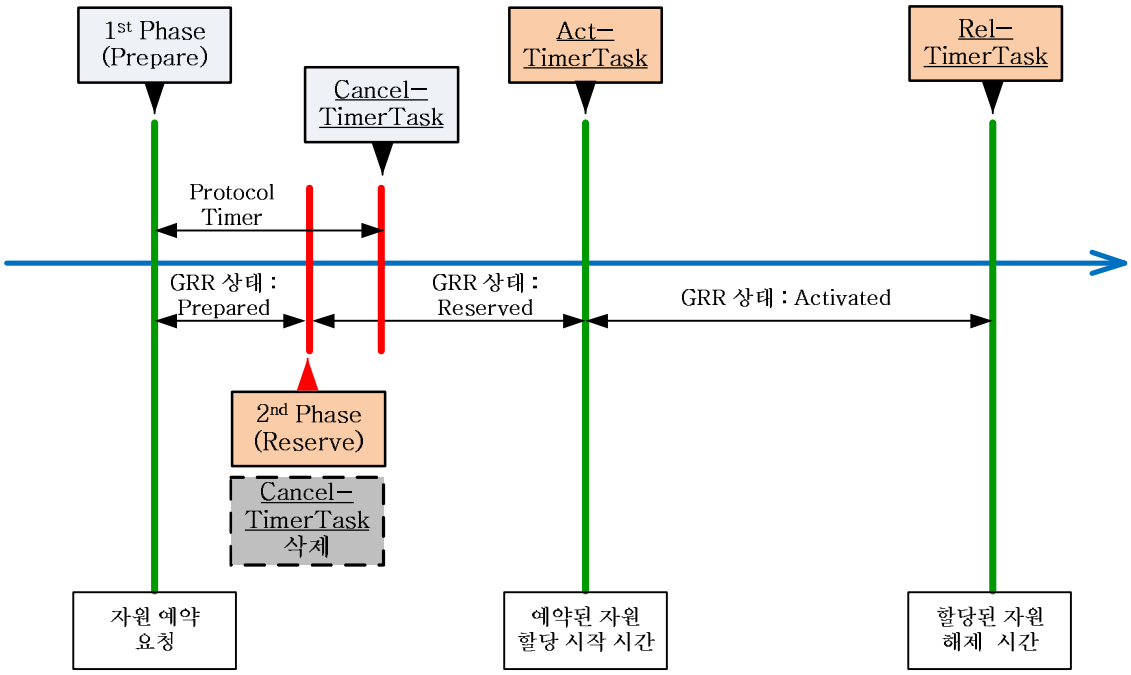


GNMH가 생성된 모든 GNR의 정보를 GNRManager에게 요청한다. GNRManager는 생성되어 있는 모든 GNR의 정보를 GNMH에게 전달한다.

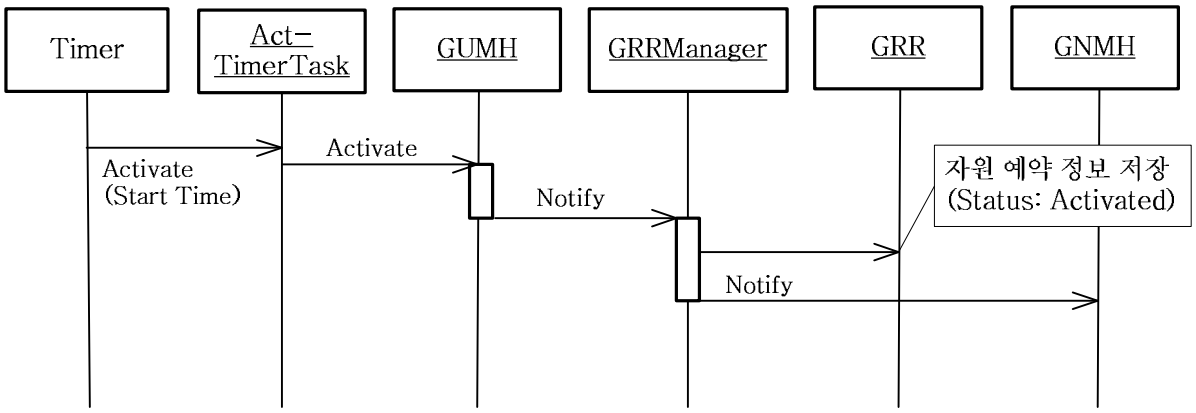
netResourceResv : networkResourceReservation



GNMH는 네트워크 자원의 예약을 위하여 GRS의 요구사항을 GNRManager에게 요청한다. Prepared 단계에서 GNRManager는 GNR의 자원 예약 가능 여부를 확인한 후에 네트워크 자원 예약이 가능하다면 ActTimerTask, RelTimerTask, CancelTimerTask를 생성한다. 아래의 그림은 ActTimerTask, RelTimerTask, CancelTimerTask의 Timer 스케쥴링을 나타낸다.

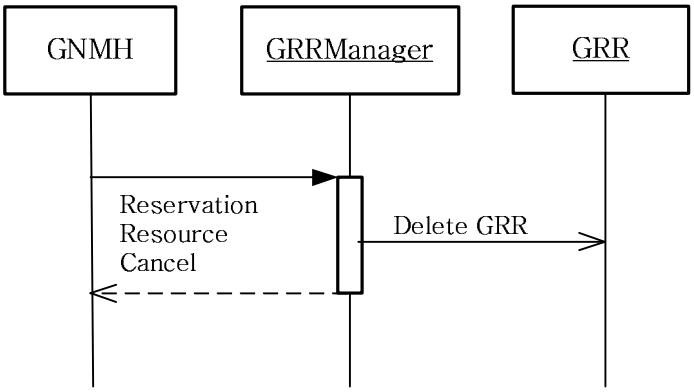

1st Phase
(Prepare)
Cancel-
TimerTask
Act-
TimerTask
Rel-
TimerTask
Protocol
Timer
GRR 상태 :
Prepared
GRR 상태 :
Reserved
GRR 상태 : Activated
2nd Phase
(Reserve)
Cancel-
TimerTask
삭제
자원 예약
요청
예약된 자원
할당 시작 시간
할당된 자원
해제 시간

ActivateGridNetResource : 예약 기반 자원 할당



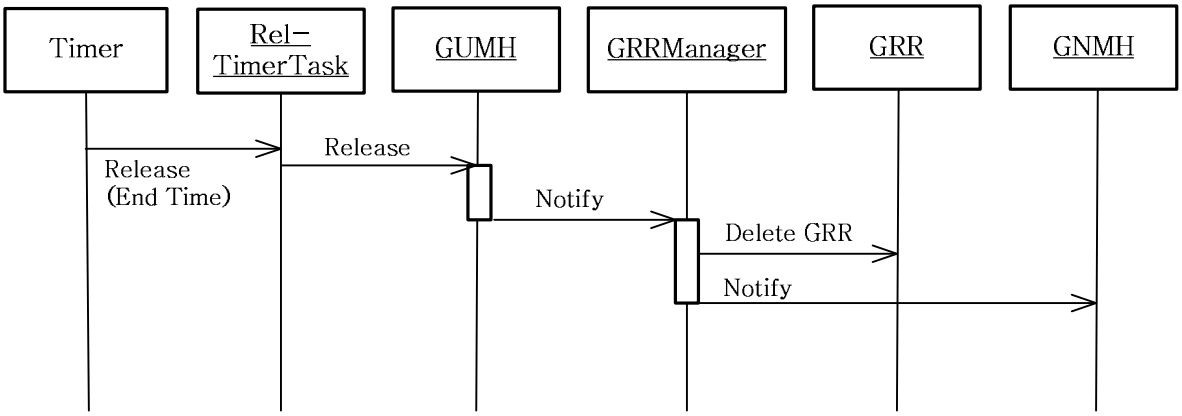
자원할당이 예약된 시간에 Timer가 작동하여 자원할당을 담당하는 ActTimerTask가 스케쥴링되어 GUMH를 통하여 LSP의 생성을 요청하는 자원할당을 수행한다. GRRManager는 gumh로부터 자원할당에 대한 성공적인 응답을 수신하면 해당하는 GRR의 상태를 Activated로 변화시킨 후에 GNMH에게 자원할당 결과를 전달한다.

netResourceResvCancel



GNMH는 예약된 네트워크 자원을 취소하기 위하여 GRRManager에게 해당 GRR의 삭제를 요청한다. GRRManager는 GRR을 검색하여 GRR을 삭제한다.

netResourceResvRelease : 예약 기반 자원 해제



자원해제가 예약된 시간에 Timer가 작동하여 자원해제를 담당하는 RelTimerTask가 스케쥴링되어 GUMH를 통하여 LSP의 삭제를 요청하는 자원해제를 수행한다. GRRManager는 gumh로부터 자원해제에 대한 성공적인 응답을 수신하면 해당하는 GRR을 삭제한 후에 GNMH에게 자원해제 결과를 전달한다