

# 국내 ATM 기반 초고속정보통신망의 NNI 적용 모델 연구

양 선 희<sup>†</sup> · 정 태 수<sup>†</sup> · 김 은 아<sup>†</sup> · 최 준 균<sup>††</sup>

## 요 약

1990년대 이후 멀티미디어 서비스를 효율적으로 제공하기 위해 ATM 방식을 근간으로 하는 광대역 전달망의 구축이 꾸준히 진행되고 있다. 지금까지 WAN을 비롯한 대부분의 ATM 망은 PVC 기반으로 동작하도록 구축, 운용되고 있으나, 한편으로 사용자가 요구한 다양한 호, 연결의 설정과 해제를 요구시에 지원할 수 있는 SVC 능력이 요구되고 있는 실정이다. ATM 망에서 SVC 기반 서비스를 제공하기 위해서는 요구시의 호/연결 제어를 위한 UNI와 NNI 신호 능력이 제공되어야 한다. ATM 공중망의 NNI 인터페이스로는 일반적으로 ITU-T의 B-ISUP 규격이 고려될 수 있으나, 최근들어 ATM Forum의 PNNI 규격을 공중망에 적용하는 문제가 많은 관심을 끌고 있다. 현재, ATM 장치 벤더들과 ATM 망 사업자들은 NNI 규격의 채택을 놓고 많은 고심을 하고 있는 중이나 아직까지 뚜렷한 방향을 설정하지는 못하는 상태에 있다. 공중망 NNI 신호 규격은 전체 통신망의 서비스 제공 능력과 망운용의 안정성, 망간 상호 접속 등에 많은 영향을 끼치게 되므로, 통신망의 요구사항에 기반하여 주의 깊게 선택되어야 한다. 따라서 국내 초고속정보통신망의 NNI 규격의 적용모델을 정립하기 위해서는 공중망 NNI의 요구사항을 도출하여 대상 프로토콜의 적합성을 분석하고, 아울러 망의 규모나 지역적 분포, 망운용 등에 대해 적용 타당성이 분석되어야 한다. 본 논문에서는 현재 2단계 망구축이 진행 중인 국내 초고속정보통신망의 백분망 NNI 규격에 대해 PNNI와 B-ISUP 프로토콜의 특성과 적용성을 분석, 검토하고, 초고속정보통신망의 망특성과 NNI 신호 요구사항을 분석함으로써 B-ISUP 규격의 적용이 바람직할 것으로 제안하고, PNNI 사설망과 B-ISUP 공중망간의 효율적인 상호 연동을 위한 기본 요구사항을 제시하였다.

## The NNI Interface Model of the ATM-Based Information Infra-Network of Korea

Sun-Hee Yang<sup>†</sup> · Tae-Soo Jeong<sup>†</sup> · Eun-A Kim<sup>†</sup> · Jun-Kyun Choi<sup>††</sup>

## ABSTRACT

ATM networks are widely deployed as the network that is capable of supporting multimedia services efficiently now. To date, a large portion of ATM connections, particularly in the WAN environment, have been of a permanent virtual circuits-requiring management intervention for set-up and tear-down. However, switched virtual circuits are required to support a range of desired characteristics on demand, to a reachable end user. To establish, maintain and release on-demand call/connections, the user-network interface(UNI) and node-node interface(NNI) signalling capabilities are required. Two protocols have been specified for NNI signalling within a public network: the broadband integrated-services user part(B-ISUP) protocol specified by the ITU-T, and the private network-network interface(PNNI) protocol specified by the ATM Forum. PNNI offers different type of internetwork or intermodal interface from the traditional B-ISUP

<sup>†</sup> 정 희 원 : 한국전자통신연구원 교환·전송기술연구소

<sup>††</sup> 종신회원 : 한국정보통신대학원대학 통신공학부 교수

논문접수: 1998년 8월 28일, 심사완료: 1998년 12월 30일

approach favored to date by public network operators. In spite of its name, PNNI may find its place in network service provider networks as well as in private networks. Thus many public network operators and ATM equipment manufacturers are still unable to choose the NNI interface architecture of their system. In this paper, we survey the characteristics of the B-ISUP and PNNI protocols, and investigate the applicability issue of these specifications to the ATM-based Information Infra-Network of Korea. Analyzing the characteristics of the two protocols and clarifying the NNI requirements of the ATM-based Information Infra-Network of Korea, we propose that the B-ISUP protocol is more suitable than PNNI.

## 1. 서 론

현재 통신망 사업자들은 급속하게 발달하고 있는 정보화 사회를 맞이하여 증대하는 통신망 영역 붕괴와 경쟁의 가속화에 직면하여 멀티미디어 서비스를 효율적으로 제공하되 경제적으로 망을 진화, 개선시키기 위한 방안을 찾기 위해 고심하고 있다. 그러한 노력의 일환으로 1990년 대 이후 ATM 방식을 근간으로 하는 광대역 전달망의 구축이 꾸준히 진행되고 있다. 지금까지 WAN을 비롯한 대부분의 ATM 망은 PVC(Permanent Virtual Circuit) 기반으로 동작하도록 구축, 운용되고 있으나, 한편으로 사용자가 요구한 다양한 호, 연결의 설정과 해제를 요구시에 동적으로 지원할 수 있는 SVC(Switched Virtual Circuit) 능력이 요구되고 있는 실정이다. ATM 망에서 SVC 서비스 능력을 지원하기 위해서는 요구시의 호/연결의 설정과 해제를 동적으로 제공하기 위해 사용자-망간의 UNI(User to Network Interface) 신호 규격과 망 노드간 혹은 망간 접속을 위한 NNI(Node to Node Interface) 규격이 요구된다.

ATM 망의 NNI 규격으로는 ITU-T의 B-ISUP 규격과 ATM Forum에서 정의한 PNNI 규격이 고려될 수 있다. B-ISUP과 PNNI 규격은 각기 공중망 및 사설망에의 적용을 목표로 만들어졌으며, 따라서 두 규격 간에는 여러 가지 면에서 서로 상이한 점이 많다. B-ISUP 규격은 B-ISDN 응용을 위한 기본 베어러 서비스와 부가 서비스 지원을 위해 요구되는 NNI 신호 능력과 기능 요구사항을 규정한 규격으로서, SS7 신호 방식에 근거하며, 국제망에의 적용을 목적으로 하나 국내 망에도 적용 가능하다. B-ISUP 규격은 호 설정과 해제를 위한 신호 절차와 정보요소, 메시지 타입들을 규정한다[1-4].

이에 비해 PNNI 프로토콜은 사설망 ATM 교환기간의 접속을 지원하기 위한 프로토콜로서 라우팅과 신호의 두 프로토콜로 구성되어 있다[5]. 라우팅 프로토콜은 노드와 링크 등 망구성 토폴로지 데이터를 노드간에

교환하기 위한 프로토콜인데, 망 토폴로지 데이터는 망 내에서의 발신/착신측 간의 경로를 계산해 내기 위해 사용된다. PNNI 라우팅 프로토콜은 IP망에서 사용되는 OSPF(Open Shortest Path First) 프로토콜과 유사한데, QoS 기반의 동적 소스 라우팅(QoS-based dynamic hierarchical source routing)과 계층적 구조를 이용한 확장성을 지원한다. PNNI 신호 프로토콜은 ATM 망을 통해 점대점 혹은 점대다중점 연결을 설정하기 위한 제어 메시지의 흐름을 정의한 프로토콜로서 ATM Forum UNI 3.1과 4.0 신호 규격을 기반으로 하되, 소스 라우팅과 호 설정 실패 시의 대체 경로 라우팅을 위한 크랭크백 절차를 추가적으로 포함하고 있다[6,7].

일반적으로 ATM 공중망의 NNI 규격으로는 B-ISUP 규격이 고려될 수 있으나, 최근 PNNI 규격의 공중망 적용이 많은 관심을 끌면서, ATM 장치 벤더들과 ATM 망 사업자들은 NNI 규격의 채택을 놓고 많은 고심을 하고 있으며, 아직까지 뚜렷한 방향을 설정하지는 못하는 상태에 있다[8-9]. 공중망 NNI 신호 규격은 전체 통신망의 서비스 제공 능력과 망운용의 안정성, 망간 상호 접속 등에 많은 영향을 끼치게 되므로, 통신망의 요구사항에 기반하여 주의깊게 선택되어야 한다[10]. 따라서 국내 초고속정보통신망의 NNI 규격의 적용모형을 정립하기 위해서는 공중망 NNI의 요구사항을 도출하여 대상 프로토콜의 적합성을 분석하고, 아울러 망의 규모나 지역적 분포, 망운용 등에 대해 적용 타당성이 분석되어야 한다.

우리 나라의 경우 1995년부터 ATM 기반의 초고속정보통신망 구축을 추진하고 있는 상태이다. '95년부터 '98년 상반기까지의 1단계 망구축 사업에서는 주로 학교와 정부기관 같은 공공단체를 대상으로 ATM 시범교환망을 설치, 운영하였다. '98년부터 2002년까지 이루어질 2단계 사업에서는 ATM 교환망이 전국에 걸쳐 본격적으로 구축될 것으로 예정되어 있다. 따라서 우리 나라 초고속정보통신망에 어떤 NNI 규격을 적용할 것인지에 대한 기준이 시급히 정립될 필요가 있다.

본 논문에서는 이러한 관점에서 국내 ATM 기반 초고속정보통신망의 백본망 NNI 규격에 대해 PNNI 및 B-ISUP 프로토콜의 적용성을 분석, 검토하고 국내 적용 모델을 제시하였다. 두 프로토콜의 특성을 비교 검토하고, 초고속정보통신망의 망특성과 NNI 신호 요구사항을 분석함으로써 B-ISUP 규격의 적용이 바람직할 것으로 제안하였으며, PNNI 사설망과 B-ISUP 공중망간의 효율적인 상호 연동을 위한 기본 요구사항을 제시하였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 B-ISUP과 PNNI 프로토콜의 특성과 기능을 간단히 고찰, 비교하고, 망에의 적용성을 분석하였다. 3장에서는 국내 초고속정보통신망의 NNI 프로토콜의 요구사항을 제시하였다. 4장에서는 초고속정보통신망의 특성에 따른 국내 프로토콜 적용 모델을 제안하고, 5장에서 결론을 맺는다.

## 2. B-ISUP과 PNNI 프로토콜 분석

### 2.1 B-ISUP 프로토콜

B-ISUP 프로토콜은 B-ISDN 응용을 위한 베어러 서비스와 부가 서비스 지원을 위해 요구되는 호/연결 제어를 위한 NNI 신호 능력과 기능을 규정한 규격이다[1-4]. 그동안 ITU-T에서는 B-ISUP과 관련하여 CS-1(Capability Set 1)과 CS-2를 권고하였고, 현재 CS-3 신호능력을 정의하는 작업을 진행 중이다. CS-1 B-ISUP에서는 기본적인 점대점 호/연결 제어와 보편적인 부가 서비스를 지원한다. CS-2 B-ISUP에서는 추가적인 ATM 트래픽 전달능력과 연결특성의 협상, 변경 절차를 지원한다. 그 외에 점대다중점이나 다중연결 형상과 같은 보다 복잡한 연결 형상의 지원, switched VP, Switched PVC(S-PVC), 리프에 의한 멀티캐스팅 그룹 조인(LIJ, Leaf Initiated Join) 등의 신호능력들이 현재 연구되고 있다[11].

B-ISUP의 프로토콜 스택을 살펴보면 ATM 계층 위에 신호 AAL(SAAL) 계층과 MTP-3b 프로토콜을 사용하게 된다. B-ISUP은 SS7 신호 방식에 바탕을 두고 있으므로 신호 메시지의 전달은 MTP-3b 기능에 의해 hop-by-hop으로 이루어진다. Hop-by-hop 라우팅에서는 소스노드가 목적노드까지의 전 경로를 결정하는 것이 아니라 경로 상의 모든 노드들이 각자 자신이 알고 있는 라우팅 관련 정보를 이용하여 다음 노드만을 결정하게 된다. 따라서 hop-by-hop 라우팅 방식에서는 토폴로지 정보를 망 전체에 알릴 필요가 없으

며, 관리 기능에 의해 라우팅 데이터베이스가 구축된다. SS7 신호 방식에서는 계층 3 프로토콜인 MTP 3 프로토콜이 신호망에 대한 관리와 신호 메시지의 라우팅을 처리하며, 별도의 라우팅 프로토콜은 필요하지 않다. MTP-3b에서는 사전 할당 개념의 고정적 라우팅 방식을 사용하는데, 각 노드는 목적노드코드(DPC, Destination Point Code)와 신호링크선택자(SLS, Signalling Link Selector)를 이용하여 신호 메시지가 전달될 출력 링크를 결정한다. 이러한 고정적 라우팅 방식에서의 신호 링크의 선택은 출력 링크에 고장이나 폭주가 발생하지 않는 한은 신호 트래픽의 부하 정도에 따른 영향을 받지 않는다[12].

B-ISUP과 MTP-3b는 공중망에 적용되도록 만들어졌으므로 망 내에서 발생하는 폭주나 고장 상태에서 신뢰성 있게 동작하도록 고려되어 있다. MTP-3b의 신호망 관리(SNM, Signalling Network Management) 기능은 고장이나 비정상 상태에서 신호망의 연속적 동작을 보장하기 위한 절차들을 지원한다. 즉, SNM 기능은 신호 링크에 고장이 발생했을 때 신호 메시지의 손실 없이 대체 링크로 신호 트래픽을 우회시키고, 신호 링크의 폭주 상태를 처리하며, 신호 경로의 가용성 및 상태 등을 관리하는 기능을 처리한다. 따라서 일단 호/연결이 설정된 다음 신호 링크에 고장이 발생하는 경우 신호 메시지들은 다른 대체 신호 링크로 우회되고, 그 호는 계속 제어될 수 있게 된다. 또한 B-ISUP과 MTP 기능을 이용하는 경우 제어 평면을 통해 전달되는 신호 트래픽의 양은 제어가 가능하다.

B-ISUP에서는 현재 네이티브 E.164 주소체계를 기본으로 하고, 선택적으로 NSAP(Network Service Access Point) E.164 주소체계를 사용할 수 있도록 되어 있다. B-ISUP에서 NSAP 유형의 다른 주소체계를 지원하기 위한 연구는 현재 진행 중이다. 아울러 B-ISUP에서는 광대역망과 지능망(IN)의 결합을 위해 TC (Transaction Capabilities)와 SCCP(Signalling Connection Control Part)를 사용하게 될 것으로 보인다.

### 2.2 PNNI 프로토콜

#### 2.2.1 PNNI 라우팅 프로토콜

PNNI 라우팅 프로토콜은 소스노드와 목적노드 사이를 연결하는 경로를 선택하기 위해 요구되는 프로토콜로서 망구성 정보의 교환을 위한 토폴로지 데이터 교환 절차와 망구성에 대한 데이터베이스 구성 그리고 경로

선택 알고리즘으로 구성된다. PNNI 라우팅 프로토콜의 주요 기능은 인접 노드와 링크의 상태를 파악하고, 노드들 간에 라우팅 데이터베이스를 일치화시키는 것으로서 이를 위해 PNNI 토폴로지 상태 정보를 망 내에 플러딩시키는 기능을 수행한다. PNNI 라우팅 프로토콜의 중요한 개념 중의 하나는 확장성을 지원하기 위한 계층적 망구성이다. 주소 prefix를 이용하여 망을 Peer Group (PG)으로 구분하고, 각 PG내에서는 리더를 선출하여 그 PG을 대표하도록 한다. PG간에는 주소 prefix에 의해 구분되는 계층이 구성되며, PG 계층간에는 요약된 형태의 라우팅 정보를 교환하도록 함으로써 교환되어야 하는 라우팅 정보의 양을 줄여 확장성을 지원한다. 소스노드와 목적노드 간의 경로 선택은 소스노드가 가지고 있는 토폴로지 데이터베이스와 사용자가 요구한 QoS를 반영하여 이루어지는데, 경로 선택을 위한 알고리즘은 구현 선택 사항으로서 표준화 대상이 아니다.

#### 1) 동적 소스 기반 라우팅

PNNI는 동적 소스 기반 라우팅 프로토콜로 동작하는데, 소스 라우팅 방식은 소스노드에서 목적노드 까지 연결되는 계층적 경로를 end-to-end로 소스노드에서 결정하는 방식이다. 소스노드에서 신뢰할 수 있는 경로를 선택하기 위해서는 각 주소들의 도달성에 대한 정보와 각 노드가 가지고 있는 사용 가능한 자원에 대한 토폴로지 정보가 주기적으로 망 내에 광고되어야 한다. 따라서 통신망 노드간에 라우팅 정보를 주기적으로 교환하는 데 따른 오버헤드가 커지므로 소스 기반 동적 라우팅 알고리즘을 적용할 수 있는 망의 규모도 현실적으로 제한될 수 밖에 없다. PNNI에서는 주소 정보를 이용한 계층 구조와 정보에 대한 요약(summarization) 특성을 지원함으로써 망 내에서 교환되어야 하는 라우팅 정보를 줄여서 대규모의 망에 적용될 수 있는 확장성을 지원한다. 이론적으로 PNNI는 13바이트의 주소 prefix에 의해 거의 백개(~105개)의 계층을 지원한다.

동적 소스 기반 라우팅 방식은 사용자의 QoS 요구 사항이나, 망 상태 변화에 따라 동적으로 경로를 찾아서 할당하게 되므로 사전 할당 방식에 비해 동적으로 바뀌는 상황에서의 최적 경로 할당을 지원할 수 있는 장점이 있다. 그러나 전체 망성능을 개선하기 위해서는 on-demand 경로를 찾기 위해 요구되는 시간 지연을 줄이되, 동시에 망내에서 교환되어야 하는 라우팅 관련 정보의 양을 관리 가능한 정도로 최대한 줄이도

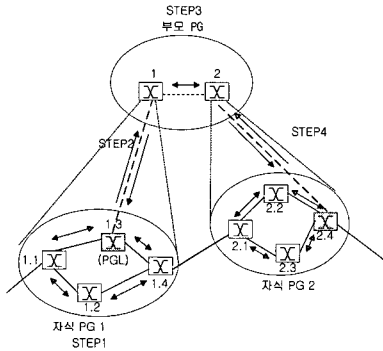
록 망을 구성해야 한다. 또한 망 운용자가 알지 못하는 경로들이 선택되는 것을 방지하는 것도 고려되어야 한다. PNNI 라우팅 프로토콜은 노드와 계층 수 증가에 따른 라우팅 정보의 교환 오버헤드로 인한 성능 특성에 대해 아직까지 검증되지는 않았으며, 최근 이에 대한 연구가 관심을 끌고 있다[15].

#### 2) 계층적 망구성과 정보교환 절차

PNNI 망은 여러 개의 연결된 PG으로 구성되며, 최상위 계층은 하나의 PG으로 표현되고, 그 밑의 계층들은 여러 개의 PG 들로 구성된다. 최하위 계층 PG의 멤버는 실제 ATM 노드로 구성되고, 상위 계층 PG의 멤버는 논리적 노드(LGN, Logical group Node)로서 아래 계층 PG의 요약정보(abstractions of the lower PGs)로 표현된다.

동일 PG에 속하는 인접 노드들은 자원의 상태와 토폴로지 정보를 주고받는 여러 가지 패킷들(hello, PTSP, PTSE, database summary packet)을 교환하여 신뢰할 수 있는 토폴로지 정보를 구성하고, 데이터베이스를 일치화시킨다. 일단 최하위 계층 PG이 구성되면 각 PG은 그 PG을 대표하는 PGL을 선출하여 차상위 계층에 대해 그 PG의 구성을 요약하여 대표하는 논리그룹노드(LGN) 기능을 수행하게 한다. LGN은 계층 구조에서 차상위 계층에 대해 그 PG에 대한 도달성과 토폴로지 정보에 대해 요약(abstraction or summarized)된 view를 표현하기 위한 논리적 노드이다.

상위 계층을 구성하는 LGN들도 하위 PG에서 일어나는 정보 교환과 동일한 프로세스를 이용하여 peer들 간에 요약된 주소정보(summarized address)와 aggregated 토폴로지 정보를 교환하여 망구성에 대한 데이터베이스를 일치시킨다. 부모 PG 내에서 데이터베이스 일치화가 끝나면, 자식 PGL을 통해 하위 계층으로 토폴로지 정보들이 전파되고, 이 정보는 다시 자식 PG 내에서 플러딩되게 된다. 이러한 계층간 정보 교환을 통해 각 노드는 부모 PG에 속해 있는 노드들에의 도달성에 대한 정보를 알게 된다. 자식 PG으로부터 부모 PG이 구성되는 것처럼 부모 PG의 차상위 PG도 부모 PG에 대한 정보를 모아서 구성될 수 있으며, 이러한 계층의 반복 구성에 의해 여러 계층으로 구성되는 PNNI 망이 이루어진다. (그림 1)은 두 계층으로 구성된 PNNI 망에서 PNNI 라우팅 데이터베이스가 단계별로 구성되는 과정을 보여준다.



STEP1 : 자식 PG 내에서의 초기화 및 데이터베이스 교환  
 STEP2 : 자식 PG와 PGL이 자상위 부모 PG 내에서 자식 PG를 대표하여 표현  
 STEP3 : 부모 PG 내의 정보 교환을 통한 데이터베이스 일치화  
 STEP4 : PNNI 도메인에 대해 요약된 정보가 상위 부모 PG를 통해 하위 계층으로 전달되어 내려감

(그림 1) 두 계층으로 구성된 PNNI 망에서의 라우팅 데이터 베이스 구성

(Fig. 1) The routing database construction process in a 2-layer PNNI network

토폴로지 상태 정보와 함께 노드 주소들에 대한 도달성 정보도 계층간에 함께 교환되는데, 주소 정보의 교환 오버헤드를 줄이기 위해 13바이트의 공통 주소 prefix를 이용한 주소요약(summarized)을 사용한다. PNNI에서는 UNI 3.1에서 정의한 NSAP 유형의 ICD(International Code Designator) 구조, DCC(Data Country Code) 구조 및 NSAP E.164 구조의 20 바이트 AESA(ATM End System Address) 주소 체계를 선택적으로 사용할 수 있다. PNNI 주소 prefix를 잘 이용하여 망 구성에 적합한 계층적 주소 체계를 사용하면 라우팅 정보의 교환과 업데이트를 단순화 할 수 있다.

3) 경로 계산

PNNI에서의 경로 계산은 사용자가 요구한 QoS와 노드가 알고 있는 도달성 정보, 망내 노드의 상태 정보, GCRA(Generic Call Admission Control) 알고리즘 등의 여러 가지 기준을 고려하여 이루어질 수 있다. PNNI에서는 목적지에 대해 longest address prefix match로 경로를 선택하는데, 대규모 망의 경우 목적지에 대해 선택 가능한 여러 경로가 동시에 있을 수 있으며, 그 중 하나의 경로를 최종 선택하는 것은 라우팅 알고리즘에 의해 결정된다. PNNI에서는 사전에 경로를 미리 찾아두는 방식(pre-calculated route)과 호요구가 있을 때 경로를 계산(on-demand route)하는 두 가지의 경로 계산 방식을 지원한다.

라우팅 알고리즘은 CAC(Connection Admission Control) 알고리즘을 이용함으로써 소스노드에서 선택한 경로 상의 노드들에서 호가 수락될 수 있는지를 예측할 수 있다. 그러나 CAC 알고리즘은 구현 종속적인 기능으로서 ATM 교환기들마다 여러 가지 형태로 구현하고 있으므로 소스노드에서 다른 노드의 CAC 알고리즘의 구현 내용을 알 수 없는 문제가 있다. 또한 PNNI의 노드들은 정확히 물리 노드로 대응되지도 않는다. 따라서 이러한 한계를 극복하기 위해 PNNI에서는 GCAC(Generic CAC) 알고리즘을 사용한다. GCAC는 호 설정요구가 있을 때 어느 노드들이 그 연결을 승낙할 가능성이 있는지를 찾아내기 위해 수행되는데, CAC 알고리즘과 달리 호 승낙의 가능성을 예측하는 것이므로 완전히 정확하지는 않다. 따라서 소스노드에서 선택한 경로의 DTL(Designated Transit List) 노드들 중 호를 수용하지 못 하는 경우도 생길 수 있으며, 그러한 경우 효율적인 재라우팅을 위해 크랭크백 절차를 지원한다.

2.2.2 PNNI 신호 프로토콜

PNNI 신호규격은 UNI 3.1과 UNI 4.0의 일부 신호능력을 지원한다[6-7]. 주요 제공 능력은 점대점과 점대다중점 연결 지원, parameterized QoS 지원, any-cast, ABR을 위한 시그널링 등을 지원한다. PNNI에서는 라우팅 도메인을 거쳐가는 경로를 표현하기 위해 DTL을 이용하는데, DTL 정보요소는 입력노드(ingress node)로부터 중단노드(egress node)까지에 이르는 PNNI 라우팅 도메인을 거쳐가는 경로를 나타내며, SETUP 메시지 내에 실려서 전달된다. DTL은 PNNI 라우팅 토폴로지 정보로부터 구해지는데 노드 ID 어레이와 현재 노드에 대한 포인터로 구성된다. 호 설정시 DTL 경로 상의 어느 노드에서 고장이나 폭주 발생으로 호를 진행시킬 수 없는 상황이 발생했을 때 그 호를 거부하여 송신측으로 되돌리는 대신에 문제 발생 노드 부근에서 경로를 재설정(re-route)하기 위해서 크랭크백 절차가 지원된다. 아울러 PNNI에서는 신호 프로토콜을 이용하여 PVC를 설정할 수 있도록 하는 소프트 PVC(S-PVC) 능력을 지원한다. S-PVC는 일반적인 SVC처럼 소스 라우팅으로 설정되고, 실시간으로 경로를 찾아내기 위해 PNNI 라우팅 프로토콜을 이용한다.

2.3 B-ISUP과 PNNI 프로토콜 특성 비교

B-ISUP과 PNNI 프로토콜은 서로 다른 적용 목적을

위해 만들어졌으므로 상이한 점이 많다. B-ISUP 프로토콜은 SS7 신호 방식에 근거하며, hop-by-hop의 고정적 라우팅으로 동작한다. 따라서 on-demand 경로 설정시의 시간 지연이 짧은 대신 동적으로 바뀌는 망 상태에 효율적으로 대응하는 데에는 한계가 있다. 그러나 망 폭주나 고장 발생시에도 대체 경로로의 전환이 자동적으로 이루어지므로 신호채널에 대해 신뢰성있는 연결을 보장한다. 특히, SS7 망은 확장성이 확인되었고, TC와 SCCP 기능을 이용하여 지능망과 이동망 접속을 지원할 수 있으며, 보편적 공중망 부가 서비스를 지원한다.

이에 비해 PNNI는 계층적 소스 기반 동적 라우팅으로 동작하며, 라우팅 프로토콜을 이용하여 라우팅 데이터베이스를 구성한다. 따라서 망상태 변화에 plug-and-play 개념으로 효율적으로 대처할 수 있으나, 경로 계산에 따른 시간 지연과 라우팅 정보 교환에 따른 오버헤드가 발생하게 된다. 그러나 누적 QoS 변수를 이용한 end-to-end 서비스 품질 제어를 지원하며, B-ISUP에 비해 개선된 QoS 지원이 가능하다. 개념적으로 계층적 구조와 정보의 요약 및 aggregation을 이용하여 대규모 망에 적용될 수 있는 확장성을 지원한다. 그러나 대규모망에 적용 시에는 정보 요약에 따른 정보의 부정확도 증가와 토폴로지 정보 교환에 따른

오버헤드로 인한 망성능 저하가 문제가 될 수도 있다. 현재는 부가서비스와 지능망, 이동망 접속을 지원하지 못하나 PNNI V2에서 지원될 것으로 보인다. 아울러 PNNI의 확장된 규격으로 PAR(PNNI Augmented Routing)와 I-PNNI(Integrated PNNI) 등이 연구되고 있는데, 이들은 기존의 IP 기반 라우터와 ATM 교환기가 혼합되어 있는 망구성에서 인터넷 트래픽 전달을 효과적으로 지원할 수 있는 메커니즘이다. 즉, PNNI는 end-to-end QoS 지원 능력이 강화되어 있어 멀티미디어 서비스 제공에 유리하고, 인터넷 서비스를 용이하게 지원할 수 있는 장점을 갖고 있다.

결론적으로, B-ISUP 프로토콜은 동적 라우팅보다는 망운용자의 제어에 의한 계획된 라우팅이 요구되는 망에 적합하며 상대적으로 신뢰성이 우수하고 구조가 단순하다. 이에 비해 PNNI는 토폴로지나 주소체계 등이 자주 바뀌는 경우 자동적 업데이트가 지원되며, 상대적으로 복잡하고, 신뢰성있는 연결 제어가 미흡하다. 또한 SS7 계열 프로토콜과의 상호연동이 지원되지 못한다. <표 1>은 두 프로토콜의 주요 특성을 비교 분석한 것이다.

2.4 B-ISUP과 PNNI 프로토콜의 공중망 적용성 분석  
NNI 신호 규격의 선택을 위해서는 망의 특성에 따

<표 1> B-ISUP과 PNNI 규격 비교  
<Table 1> The characteristics of B-ISUP and PNNI protocol

	B-ISUP	PNNI
1. 프로토콜 스택	- B-ISUP, MTP-3b, NNI SSCF - SSCOP, AALCP, ATM, PHY	- PNNI, UNI SSCF - SSCOP, AALCP, ATM, PHY
2. 프로토콜 구성	- 신호 프로토콜	- 라우팅 프로토콜 - 신호 프로토콜(UNI 3.1 + UNI 4.0 일부)
3. 신호메시지 전달	- MTP-3b에서 처리 - associated 및 quasi-associated 모드 지원 - 제어평면(신호 트래픽)에 대한 폭주제어 가능	- PNNI에서 처리 - associated 모드만 지원 - 제어 평면 트래픽 폭주 제어 절차 지원안됨
4. 라우팅 방식	- hop-by-hop 라우팅 - 고정적 라우팅 - 망관리 기능에 의한 라우팅 데이터베이스 구성 - On-demand 경로 설정 시 시간 지연이 짧은 대신 동적으로 바뀌는 망상태에 효율적으로 대응하는 데는 한계가 있음	- 계층적 소스 기반 라우팅 - 동적 라우팅 - 라우팅 프로토콜을 이용한 라우팅 데이터베이스 구성 - 망상태 변화에 효율적으로 대처할 수 있으나 경로 계산에 따른 시간 지연과 라우팅 정보 교환에 따른 오버헤드 발생
5. 비정상 상태에서의 동작	- 신호 채널에 대해 망폭주나 고장 발생 시 자동적인 대체 경로 전환(SNM)	- 호 설정 단계에서만 crankback 절차 지원 - S-PVC의 경우 자동 재설정 지원
6. QoS	- QoS 클래스 지원	- QoS 클래스와 확장 QoS 파라미터 지원 - 누적 QoS 변수를 이용한 end-to-end 서비스 품질 제어 지원 - QoS 지원 능력이 우수하므로 다양한 멀티미디어 서비스 제공에 유리

7. 주소체계	- 네이티브 E.164를 기본으로 하되, NSAP E.164는 선택적으로 사용 가능 - NSAP 주소체계 지원에 대해 현재 연구 중	- NSAP AESA 주소 체계
8. 대규모망에의 적용성	- 개념적으로 확장성 지원 - 구분 가능한 Point Code(PC) 수에 의해 결정 - 확장성이 검증되었음	- 개념적으로 지원 - 계층구조 구성시 토폴로지 정보의 aggregation과 주소정보의 요약이 잘되도록 고려하는 것이 필요
9. 지능망 및 이동망 지원	- TC, SCCP를 이용하여 지능망 및 이동망 지원 가능	- 현재 지능망 및 이동망 특성 지원 안됨 - W-ATM 규격에서는 PNNI 이용할 것으로 예상
10. 망간 연동	- N-ISDN 망 연동 지원	- 협대역 망 연동을 위한 메시지는 정의하고 있으나 절차에 대해서는 언급이 없음 - PNNI V2에서 BQSIG 지원 예정
11. 부가서비스	- Q.2730 및 Q.2951.x의 공중망 부가 서비스 지원(CLIP, DDI, SUB, MSN, CUG 등)	- PNNI V2에서 지원 예정
12. 향후 계획	- B-ISUP CS-1, CS-2 발표하였으며 - B-ISUP CS-3에 대해 요구사항을 연구 중임. - CS-3에서는 지능망 및 이동망 지원, 다중점 다중연결 등의 신호 능력이 포함될 예정	- PNNI V2 추진중이며, 98년말 발표 예정 - 주요 추가사항 : NCCI, CUG, LIJ, 부가서비스, BQSIG, Authentication of routing, fault-tolerant connection 지원 등
13. 장·단점	- 망운용자에 의한 망 운용 제어에 적합하며, 망 폭주나 고장시에도 신호채널에 대해 신뢰성있는 동작을 보장 - 확장성이 우수하며, 상대적으로 단순한 구조, SS7 프로토콜과의 연동성 지원 - 동적 라우팅 지원안되며, end-to-end QoS 기반 라우팅 미흡	- 토폴로지나 주소체계 등이 자주 바뀌는 망의 경우 토폴로지 데이터가 자동적으로 업데이트되므로 유리(plug-and-play) - 누적 QoS를 이용한 end-to-end QoS 지원 - 상대적으로 복잡하며, SS7 계열 프로토콜과의 연동 지원 안됨

른 프로토콜의 적용성이 고려되어야 한다. 즉, 망의 규모, 지역적 분포, 망 운용자의 구성과 망의 토폴로지의 변화 빈도, 망 운용 관리의 용이성 및 안정성 등을 고

려하여 보다 적합한 프로토콜이 적용되어야 할 것이다. <표 2>는 앞에서의 두 프로토콜의 특성 차이에 의한 NNI 적용성을 비교, 분석한 것이다.

<표 2> PNNI와 B-ISUP 프로토콜 적용성 비교표  
<Table 2> The consideration issues for NNI interface architecture

주요 고려 항목	PNNI	B-ISUP
1. 망의 규모	- 중, 소규모의 망에 적합 - 라우팅 정보 교환에 따른 오버헤드가 수용할 수 있는 정도의 규모 - 소규모 망의 경우 업데이트가 단순하므로 망이 훨씬 안정적으로 동작	- 중, 대규모의 국내 및 국제 B-ISDN 망에 적합
2. 망의 지역적 분포	- 지역망(regional 망)에 적합 - 백본망에서 사용되는 프로토콜과 무관하게 독립적으로 동작	- ATM망이 여러 지역망으로 구성되고, 각 지역망은 독자적 운용자에 의해 운용, 유지될 때의 백본망과 같은 경우
3. 망운용자	- ATM 망 전체가 단일 사업자에 의해 운용, 관리되는 망에 적합	
4. 망 토폴로지의 변화 빈도	- 구축 중이거나 변화가 잦은 망에 적합	- 토폴로지 변화가 거의 없는 안정된 구성을 갖는 망에 적합(예 : 공중 백본망)
5. 운용관리의 용이성	- 토폴로지 변화를 자동적으로 업데이트해주거나(plug-and-play) - 망운용자의 개입이 제한적 - 백본망의 경우 PNNI를 적용하더라도 운용자에 의한 제어 모드를 필수적으로 지원해야 함	- 운용자의 망계획 및 운용이 중요한 망
6. 기존망, 기존 서비스와의 연계	- SS7 및 ISUP 계열 연동 안됨	- 지능망, PSTN, ISDN 망 등 SS7 계열 프로토콜과의 용이한 연동 지원 가능

### 3. 국내 NNI 프로토콜 적용 모델 정립을 위한 요구사항 분석

국내 초고속정보통신망의 공중망 NNI 규격은 다음 요구사항을 기본적으로 만족시킬 수 있어야 한다.

- 망의 보안 : 공중망 사업자들은 자사망 구성이나 노드들에의 도달성과 같은 라우팅 정보가 외부에 공개되는 것을 원치 않으며, 특히 타사망의 오동작이 자사망에 영향을 미칠 수 있는 가능성 등을 원치 않는다. 따라서 사업자간 토폴로지 정보의 교환은 제한될 필요가 있으며, 망구성 정보와 망운용에 대한 보안이 보장될 수 있어야 한다.
- 망운용 정책에 의한 계획된 라우팅 지원 : 대부분의 공중망 사업자들은 공중 백본망에 대해서는 동적 라우팅 외에 망운용 계획과 정책에 의한 고정적 라우팅을 필요로 하므로 이를 지원할 수 있어야 한다.
- 확장성 : 공중망 적용을 위해서는 범 국제적 규모의 망에 적용될 수 있는 확장성이 요구된다.
- 주소체계 : 기본적으로 공중망에서는 망간 접속과 상호 동작을 위해서는 네이티브 E.164 주소 체계를 지원해야 한다. 단, 가입자에 대해서는 NSAP 주소 체계 적용도 고려할 수 있다.
- 부가서비스 지원 : CLIP, DDI, SUB, MSN, CUG 등 Q.2730 및 Q.2951.x의 공중망 부가서비스가 지원되어야 한다.
- 지능망서비스 지원 : 보편적 서비스로 제공되는 지능망서비스를 지원할 수 있어야 한다.
- CUG 지원 : 업무용 가입자들을 ATM 공중망에 수용하기 위해서는 효율적인 통신 보안 메커니즘이 요구되며, 이를 위해 CUG 기능이 지원될 수 있어야 한다.
- 다중망에서의 NCCI 생성과 전달 : 다중망 도메인 혹은 하나의 망에서 노드들 간에 호에 대한 과금이나 상태 정보 전달을 위해서는 NCCI 구분자를 생성시키고 전달할 수 있는 능력이 요구된다.
- 공중망 UNI 규격 지원 : 공중망 NNI 규격은 공중망 UNI 규격인 ITU-T의 Q.2931 UNI 신호규격과의 상호 동작이 가능해야 한다.
- 연결의 신뢰성 : 공중망 NNI 규격은 망폭주나 고장 발생 등에 대해서 연속적인 연결을 지원할 수 있어야 한다.

<표 3>은 앞에서 도출한 NNI 규격 요구사항에 대해 B-ISUP 및 PNNI 규격의 공중망에 대한 적용성을 개괄적으로 비교한 것으로서, 현재의 PNNI V1.0 규격은 공중망 적용에는 부족한 점이 있음을 알 수 있다.

<표 3> B-ISUP 및 PNNI 규격의 공중망 적용성 분석  
(Table 3) The applicability of B-ISUP and PNNI protocol to public network

	B-ISUP	PNNI
1. 망의 보안 문제	●	▲ 별첨 1)
2. 망운용 정책에 의한 계획된 라우팅 지원	●	▲ 별첨 2)
3. 확장성	●	▲ 별첨 3)
4. 주소체계	▲	▲ 별첨 4)
5. 부가서비스	●	× PNNI V2에서 지원 예정
6. 지능망서비스	●	× 추후 연구사항
7. CUG 지원	●	× PNNI V2에서 지원 예정
8. 다중망에서의 NCCI 생성 및 전달	●	× PNNI V2에서 지원 예정
9. 공중망 UNI 규격 지원	●	● 구현시 세심한 주의 요
10. 연결의 신뢰성	●	× PNNI V2에서 지원 예정

별첨 1) 망의 보안 문제에 있어서 PNNI는 라우팅 도메인 내에서의 토폴로지 정보 교환에 따른 오버헤드 증가와 보안상의 취약점 개선이 요구된다. PNNI 도메인 간에는 exterior route를 이용하여 고정적 라우팅을 적용하고, 토폴로지 정보의 광고 제한 등을 이용하여 보안 메커니즘을 지원할 수 있다.

별첨 2) PNNI는 동적 라우팅을 기반으로 하나 망구성 정보의 광고영역 제한과 사용 제한 특성을 이용하여 망운용 정책을 반영한 고정적 라우팅을 지원할 수 있다. 예를 들어서 라우팅 경로 선택시 특정 경로나 링크, 노드의 선택을 제한시키거나 어떤 주소 prefix에 대한 광고 금지 및 브랜칭 플래그를 이용한 셀 복사 제한 등이 가능하다.

별첨 3) 확장성에 있어서는 B-ISUP은 이미 확인이 되었다고 할 수 있다. 이에 비해 PNNI는 개념적으로는 계층적 구조와 동적 라우팅 그리고 토폴로지 정보에 대한 aggregation을 통해 대규모 망에 적용될 수 있는 확장성을 지원하도록 되어 있다. 그러나 aggregation에 수반되는 정



보의 요약으로 인한 정보의 부정확도 증가와 토폴로지 정보 교환에 따르는 오버헤드 등에 대해서는 아직 검증되지 않았다.

별첨 4) 주소체계에 있어서는 B-ISUP은 가입자 접속을 위한 NSAP 주소 체계 지원이 요구될 수 있으며, 현재 이에 대한 연구가 ITU-T에서 진행 중이다. PNNI에서는 장치 개발 시에 네이티브 E.164를 지원하도록 구현하거나 혹은 NSAP 주소 체계와 E.164 주소 체계간의 정합을 지원하도록 개발하는 방안들이 거론되고 있다.

#### 4. 국내 초고속정보통신망 NNI 규격 적용 모델

본 장에서는 앞장에서의 NNI 프로토콜 특성 분석과 NNI 규격 요구사항 분석에 이어 초고속정보통신망의 특성을 고찰하고, 이로부터 국내 적용 모델을 제안한다.

##### 4.1 초고속정보통신망 특성 분석

현재 2단계 망구축 사업이 진행 중인 초고속정보통신망은 사용자 그룹에 따라 초고속공중정보통신망과 초고속국가정보통신망으로 구분할 수 있다. 두 망은 서로 백본망을 공유하여 구성될 예정이며, 초고속국가정보통신망은 초고속공중정보통신망의 백본망 위에 정부용 엔터프라이즈망 형태로 오버레이 구성되는 형태이다.

초고속정보통신망의 백본망은 안정된 망구성을 가지며, 망운용은 한국통신/데이콤 등의 한 두개 망사업자에 의해 운용 유지되며, 망 사업자의 망 계획과 운용 원칙에 따라 신뢰성있게 동작해야 한다.

초고속정보통신망의 사설망을 살펴보면 초고속국가정보통신망의 가입자인 기관망의 경우 토폴로지 변화가 잦을 수 있고, 지역적으로 분산되어 있는 원격지역에 대해 단일망 처럼 구성 운영되는 가상사설망 구성을 지원해야 한다. 또한 초고속공중정보통신망 가입자 중 일반 업무용 가입자의 경우에도 자체의 필요에 의해 토폴로지 변화가 잦을 수 있으며, 원격지역에 대해 가상사설망 구성을 요구할 것이다. 또한 사설망들은 백본망의 구성이나 프로토콜과 무관하게 독자적으로 구성, 운용될 수 있어야 하며, 앞으로 다양한 멀티미디어 서비스들을 적극적으로 수용하게 될 것으로 예상된다. 따라서 멀티미디어 서비스 수용을 위한 QoS 기반 라우팅과 망 토폴로지 변화에 대한 자동 구성(plug-and-play) 등의 업그레이드된 기능 요구가 점차 증가할 것으로 예상되고 있다. <표 4>는 초고속국가정보통신망과 초고속공중정보통신망의 세부 특성을 비교한 것이다.

##### 4.2 초고속정보통신망 NNI 프로토콜 모델

###### 4.2.1 초고속정보통신망의 사설망

토폴로지의 변화가 잦으므로 plug-and-play 특성을

<표 4> 초고속정보통신망 특성 비교표  
(Table 4) The characteristics of ATM-based Information Infra-Network of Korea

주요 고려항목	초고속국가정보통신망	초고속공중정보통신망
1. 망의 규모	- 주로 국가기관 및 공공기관, 학교, 지방자치단체 등을 대상으로 하는 일종의 정부용 엔터프라이즈 망에 해당	- 일반 국민을 대상으로 하는 공중망으로서 규모가 큼
2. 망의 지역적 분포	- 전국에 걸쳐서 구성 - 각각의 기관망은 백본망에서 사용되는 프로토콜과 무관하게 독립적으로 동작	- 여러 지역망으로 구성되고, 각 지역망은 독자적 운용자에 의해 운용, 유지될 수 있음 - 백본망은 지역망과 무관하게 구성, 운용
3. 망운용자	- 한국통신 및 데이콤의 2개 운용자가 구축, 운용	- 다수 사업자에 의해 구축, 운용되나, 백본망은 한두개 사업자가 구축, 운용
4. 망 토폴로지의 변화 빈도	- 현재 구축 중인 상태로서 당분간 망이 계속적으로 확장될 예정이므로 토폴로지 변화가 잦음 - 엔터프라이즈 망이므로 망 구축이 끝난 후에도 자체 망의 토폴로지 변화가 잦을 것으로 예상	- 현재는 구축 중인 상태로서 당분간 망이 계속적으로 확장될 예정이므로 토폴로지 변화가 잦음 - 그러나 백본망의 경우 토폴로지 변화가 거의 없는 안정된 구성을 가질 것으로 예상
5. 운용 관리의 용이성	- 기관망의 경우 자체 요구에 의해 재구성이 될 수 있으며, 백본망에 대해서는 망운용자 개입이 필요함	- 안정적인 망 운용을 위해 백본망의 경우 운용자의 망 계획과 운용 원칙에 의해 운용될 필요가 있음
6. 기존망, 기존 서비스와의 연계 필요성	- SS7 및 ISUP 계열 연동 요구는 거의 없음	- 기존 PSTN/N-ISDN 연동을 위해 지능망, PSTN, ISDN 망 등 SS7 계열 프로토콜과의 용이한 연동 지원이 요구됨

필요로 하며, 멀티미디어 서비스 지원을 위한 QoS 기반 라우팅에 대한 요구가 증가할 것으로 예상된다. 원격지간의 VPN 구성 등의 요구가 크다. 따라서 사설 ATM망에서는 PNNI 규격을 적용하는 것이 기본 발전 추세일 것으로 예측되며, 이에 따라 초고속국가정보통신망의 기관 가입자들에 PNNI가 도입되게 될 것이다. 그러나 망규모에 따른 PG 계층의 구성에 대해서는 PNNI의 성능 특성에 대한 분석이 요구되며 이에 대해서는 추후 연구 사항이다.

#### 4.2.2 초고속정보통신망의 공중 백본망

망 특성상 토폴로지의 변화가 거의 없는 안정된 망 구성을 가지므로, plug-and-play와 같은 자동 구성 능력보다는 망운용자의 사전 망 계획과 운용 원칙에 의한 예측 가능한 안정적 망 운용이 보다 중요하다. 또한 기존의 협대역 서비스 연동을 위한 SS7 계열 프로토콜과의 연동이 요구된다. 상대적으로 단순한 망구성이며, 망의 안정적 동작이 매우 중요하다. 따라서 PNNI와 같은 복잡도가 높은 프로토콜은 적당하지 않다. 앞에서 분석한 <표 3>의 NNI 망의 신호 규격 요구사항의 적합성과 백본망의 특성을 고려할 때 공중 백본망에 대해서는 B-ISUP 규격을 적용하는 것이 바람직하다.

#### 4.2.3 PNNI를 사용하는 사설망과 B-ISUP을 사용하는 공중 백본망과의 상호연동 모델

PNNI 규격을 사용하는 사설망과 B-ISUP 규격을 사용하는 공중망 간 접속을 위해 주소체계, 신호프로토콜에 대한 연동이 기본적으로 요구되며, 망 운용 요구사항에 따라 라우팅 프로토콜에 대한 연동 혹은 터널링도 선택적으로 요구될 수도 있다. 주소체계에 대해서는 공중망에서는 E.164 유형을 기본으로 지원해야 하며, E.164 유형이 아닌 사설망 주소체계의 공중망 지원에 대해서는 앞으로 연구되어야 한다.

##### 1) PNNI 사설망과 B-ISUP 백본망이 직접 연결되는 경우

PNNI를 사용하는 사설망 A와 B-ISUP을 사용하는 공중망 B가 직접 연결되는 망구성이다. A-B 두 망의 peering 여부에 따라 두개의 시나리오가 요구된다.

- 시나리오 1 : A-B 두 망이 peering 관계가 아닌 경우에는 두 망 간에 토폴로지 데이터의 공유가 필요

없다. 따라서 주소체계와 신호 프로토콜에 대한 연동만 요구된다. 이 경우 신호 프로토콜 연동을 위해 AINI(ATM Inter-Network Interface) 규격의 적용을 고려할 수 있다.

AINI 규격은 사업자망과 엔터프라이즈 망 간에 ATM 연결을 동적으로 설정, 유지, 해제하기 위한 신호절차를 규정하는 프로토콜로서 ATM Forum에서 표준화가 진행 중이다.

- 시나리오 2 : A-B 두 망 간에 peering 관계가 필요한 경우에는 토폴로지 데이터의 공유가 필요하며, 따라서 주소체계와 신호 프로토콜에 대한 연동 외에 라우팅 프로토콜에 대한 연동도 요구된다. 그러나 초고속정보통신망에서 사설망과 공중망간에 peering 관계가 요구되지 않는 것이므로 이 시나리오의 크게 의미가 없다.
- 따라서 국내 초고속정보통신망에서는 PNNI를 사용하는 사설망 A와 B-ISUP을 사용하는 공중망 B가 직접 연결되는 망구성에는 시나리오 1을 지원하는 것으로 충분하다. 즉, 두 망간에 토폴로지 데이터의 공유는 필요하지 않으며, 신호 연동과 주소 연동을 지원해야 한다. 주소체계 연동에 대해서는 앞으로 연구되어야 하며, 신호연동에 대해서는 ATM 망간 접속 규격으로 현재 표준화가 진행 중인 AINI 규격의 적용을 고려할 수 있다.

#### 4.2.3 PNNI를 사용하는 사설망 A, B가 B-ISUP을 사용하는 공중망(transit 망) R를 통해서 연결되는 구성

A-B 두 망의 peering 여부에 따라 두개의 시나리오가 요구되며, 각 시나리오는 여러 가지 적용 가능한 구조를 가질 수 있다.

- 시나리오 3 : A-B 두 망이 peering 관계가 아닌 경우로서 토폴로지 데이터의 공유가 필요 없다. 이 경우는 A-T망간 및 B-T망간 직접 연결되는 구성과 동일하며 따라서 시나리오 1과 같아진다. 따라서 주소체계와 신호 방식에 대한 연동만 요구되며, 시나리오 1에서 처럼 신호방식 연동에 대해서는 AINI 규격 적용을 고려할 수 있다.
- 시나리오 4 : A-B 두망이 peering 관계를 갖는 경우로서 엔터프라이즈 망에서의 원격지와의 VPN 구

성의 경우가 해당된다. A-B 두 망간의 토폴로지 데이터의 공유가 필요하다. 따라서 주소체계와 신호 프로토콜에 대한 연동 외에도 라우팅 프로토콜에 대한 연동 혹은 터널링을 B-ISUP 공중망에서 지원해야 한다. 신호 프로토콜과 라우팅 프로토콜의 연동 지원 정도에 따라 크게 세 가지 제공 구조를 고려할 수 있다.

- 시나리오 4-1: 첫 번째는 터널링 구조로서 공중망 내에서 신호 및 라우팅 프로토콜에 대한 연동을 지원하지 않는 구성이다. 모든 연결 대상 사설망 간에 PVP(Permanent Virtual Path)가 연결되고, 신호 및 라우팅 프로토콜은 PVP를 통해 터널링된다. 따라서 추가적인 연동 기능 요구사항은 없다. 이 구성은 자원사용이 비효율적이며, PNNI 사설망이 많지 않은 망구축 초기에 제한적으로 적용 가능할 것이다.
- 시나리오 4-2: 두 번째는 기본 신호 연동만을 지원하는 구성으로서 DTL, 크랭크백과 같은 PNNI 고유 신호 기능의 연동은 지원하지 않는다. 또한 라우팅 프로토콜 연동도 지원하지 않는다. 따라서 사용자 정보용 VC만 SVC로 설정되고, 라우팅 제어 채널(Routing Control Channel)은 PVC를 통해 투명하게 터널링된다. PNNI 고유 신호 정보는 인캡슐레이션되어서 투명하게 전달된다. B-ISUP 공중망은 PVC 제공 및 기본 호처리 기능과 PNNI/B-ISUP간 맵핑 기능을 가져야 하며, 이를 위해 AINI 규격을 적용할 수 있다. PNNI 고유 신호정보(DTL, crank-back, Connection Scope Selection)의 전달을 위해서 추가적인 B-ISUP 정보요소를 정의하거나 사용자간 정보전달(UII) 기능을 이용할 수 있다. 시나리오 4-1에 비해 자원사용 효율이 개선되며, peering 관계를 갖는 PNNI 사설망 간의 VPN(Virtual Private Network) 구성을 위해 초고속정보통신망에 효율적으로 적용 가능하다.
- 시나리오 4-3: 세 번째는 신호연동은 지원하지 않고 라우팅 프로토콜에 대해서만 연동을 지원하는 구성인데 현실적으로 의미가 없다.
- 시나리오 4-4: 이 시나리오는 B-ISUP 공중망에서 PNNI 사설망에 대한 신호와 라우팅 연동을 다 지원하는 구성이다. 사용자 정보 채널은 호 단위로 SVC로 설정되며, 이를 위해 PNNI 신호 메시지는 B-ISUP 망에서 연동되어야 한다. 또한 T망은 RCC 채널을 중단하여 라우팅 정보를 처리해야 한다. 그

러므로 T망은 PNNI 신호와 라우팅 프로토콜을 전부 지원해야 한다. 사설망-공중망간 신호 메시지 정합, 주소체계 정합, 토폴로지 데이터베이스 등을 다 가져야 하는 구성이다. 가장 복잡한 구성으로서 초고속정보통신망에의 적용 필요성은 크지 않을 것으로 판단되며, 망 보안에 취약하다.

- 국내 초고속정보통신망에서는 기본적인 신호연동을 지원하는 시나리오 4-2를 지원하되, 초기 PNNI 사설망이 많지 않을 때에는 시나리오 4-1의 터널링 구조를 적용하는 것이 효율적인 것이다. PNNI 사설망과 B-ISUP 공중망간의 신호 및 라우팅 연동을 다 지원하는 시나리오 4-4는 망 구성 오버헤드가 크며, 보안에 취약하므로 배제시킬 필요가 있다.

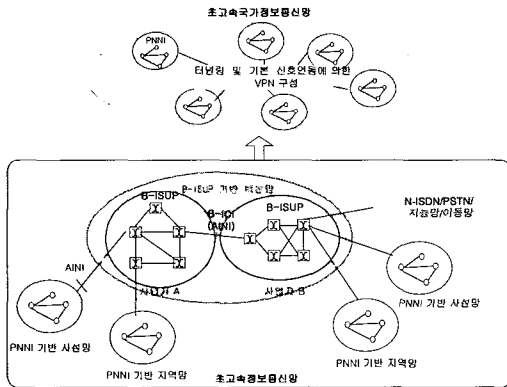
#### 4.2.4 B-ISUP을 사용하는 공중 사업자 백본망 간의 상호접속

B-ISUP을 사용하는 사업자망간 상호 접속 기준으로는 B-ICI(B-ISDN Inter-Carrier Interface) 규격 적용을 고려할 수 있다. 이외에도 PNNI나 AINI 규격 적용을 고려할 수도 있으나 이에 대해서는 추후 연구 사항이다.

#### 4.2.5 공중망 NNI 규격으로 PNNI를 적용하는 시나리오

앞에서의 프로토콜과 망특성 분석에 의하여 본 논문에서는 국내 초고속정보통신망의 백본망 NNI 규격에 대해 B-ISUP 규격을 적용하는 것이 바람직할 것으로 제안하였다. 그러나 현재 사설망에 대해서는 PNNI 규격이 주도하고 있고, 공중망에 대해서도 PNNI 규격의 적용성에 대한 관심이 커지고 있는 상태이다. 공중망 적용을 위한 추가 요구사항이 보완되는 PNNI V2에 대해서는 그 가능성이 더 커질 것으로 예측되고 있다. 특히, 이 시나리오는 WAN 도메인에서 PNNI 규격을 적용하고 있는 상태에서 공중망에서도 PNNI 규격을 적용하는 경우 전체적인 연동 오버헤드를 줄일 수 있고, 자연스럽게 기술의 제사용 효율을 높일 수 있을 뿐만 아니라 종단간 QoS 기반 라우팅을 지원할 수 있는 등의 장점을 가지게 된다. 그러나 PNNI 규격의 복잡성과 노드 개수 증가에 따른 오버헤드 증가 등이 문제가 되므로 이에 대해서는 깊이 있는 연구가 이루어져야 할 것이다.

4.2.6 B-ISUP 및 PNNI를 동시 적용하는 시나리오  
 이 시나리오는 공중망 NNI 규격에 대해 B-ISUP을 기본으로 하되, PNNI 가입자에 대해 공중망에서 선택적으로 PNNI 규격을 지원하는 형태이다. 단일 초고속 정보통신망 물리망 위에 NNI 규격이 서로 다른 망이 논리적으로 완전히 분리되어 운용되는 형태이다. 이 시나리오는 PNNI peering 모드 연결을 요구하는 가입자들을 위해 제공될 수는 있으나, 가입자 입장에서 사실망의 토폴로지 데이터가 공중망에 노출되므로 보안상의 취약점을 갖는다. 망구성 상 코어 백본망이 마치 논리적으로 WAN 교환기처럼 동작하는 구성으로서 현실적인 요구는 크지 않을 것으로 예상되며, 오버헤드가 큰 망 구성이다. 따라서 초고속정보통신망에서 이 시나리오를 적용하는 것은 바람직하지 않다. (그림 2)는 본 논문에서 제안하고 있는 국내 초고속정보통신망의 접속구조를 보여준다.



(그림 2) 초고속정보통신망의 접속구조  
 (Fig. 2) The Interface Model of Information Infra-Network of Korea

5. 결 론

본 논문에서는 국내 초고속정보통신망의 백본망 NNI 규격에 대해 PNNI 및 B-ISUP 프로토콜의 적용성을 분석, 검토하고 국내 적용 모델을 제시하였다. 두 프로토콜의 특성을 비교 검토하여 망 적용성을 분석하고, 초고속정보통신망의 망특성과 NNI 규격에 대한 요구사항을 고찰함으로써 B-ISUP 규격의 적용이 바람직할 것으로 제안하였다. 또한 PNNI 사실망과 B-ISUP 공중망간의 상호 연동을 위한 기본적인 요구사항을 제

시하였는데 이에 대해서는 앞으로 좀 더 연구가 이루어져야 할 것이다. 특히, 주소체계 연동에 대해서는 일단 국내 초고속정보통신망에서는 E.164 기반 주소체제로 제한하는 방향으로 진행 중에 있으나, 가입적 사용자들의 다양한 주소체계 사용에 제한을 가하지 않고 아울러 PNNI 계층 구조 구성에 있어서의 유연성을 훼손하지 않는 주소체계 연동 방식이 지원되어야 하며, 이에 대해서는 추후 연구사항이다. 아울러 본 논문에서는 주로 기능적 관점에서의 NNI 규격 적용성을 검토하였으나, PNNI 규격의 경우 망 규모에 따른 계층 구조 구성의 성능 특성과 IP 라우터 망과의 통합 라우팅 방식에 대한 연구도 앞으로 이루어져야 할 것이다. 본 논문에서 연구 제안한 내용은 향후 우리나라 초고속정보통신망의 NNI 규격 적용 기준 정립을 위한 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] ITU-T Recommendation Q.2761, "Functional Description of the B-ISUP of Signalling System No. 7," Oct., 1994.
- [2] ITU-T Recommendation Q.2762, "B-ISUP - General Functions of Messages and Signals," Oct., 1994.
- [3] ITU-T Recommendation Q.2763, "B-ISUP - Formats and Codes," Oct., 1994.
- [4] ITU-T Recommendation Q.2764, "B-ISUP - Basic Call Procedures," Oct., 1994.
- [5] ATM Forum Specification, "af-pnni-0055.000 : Private Network-Network Interface Specification Version 1.0," Mar., 1996.
- [6] ATM Forum Specification, "af-uni-0010.002 : ATM User Network Interface Specification Version 3.1," Sep., 1994.
- [7] ATM Forum Specification, "af-sig-0061.000 : ATM User Network Interface Specification Version 4.0," Jul., 1996.
- [8] IBM, "IBM PNNI CONTROL POINT," White Paper, <http://www.networking.ibm.com/pnni/pnni.html>, Mar., 1997.
- [9] The ATM Report, "The ATM Report Buyer's Guide to Wide Area ATM Switches," The ATM

Report, Feb., 1998.

[10] Thorwald Lundmark et al, "ATM for enhanced network capabilities," Ericsson REVIEW, No.1, 1998.

[11] I G Jones, "ITU-T's internodal broadband signalling protocol," BT Technol J, Vol.16, No.2, pp.47-57, April, 1998.

[12] Abdi R. Medarressi and Ronald A. Skoog, "Signalling System No.7 : A Tutorial," IEEE Comm. Mag. pp.19-35, July, 1990.

[13] ATM Forum Specification, "af-bici-0013.003 : B-ICI v2.0(Interim inter-switch signalling protocol," Dec., 1995.

[14] J M Scott and I G Jones, "The ATM Forum's private network/network interface," BT Technol J, Vol.16, No.2, pp.37-46, April, 1998.

[15] Whay C. Lee, "Topology Aggregation for Hierarchical Routing in ATM Networks," ACM SIGCOMM, pp.82-92, 1995.

[16] N J P Cooper, "ATM Forum signalling protocols and their interworking," BT Technol J, Vol.16, No.2, pp.29-36, April, 1998.

[17] ATM Forum, "BTD-CS-AINI-01.01 : Specification of the ATM Inter-Network Interface(AINI) (Draft)," Feb., 1998.

[18] ATM Forum, "BTD-RA-CS-IAN-01.06 : Specification of Interworking among ATM Networks (Draft)," Feb., 1998.



**양 선 희**

e-mail : shyang@etri.re.kr  
 1984년 경북대학교 전자공학과(학사)  
 1986년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(석사)  
 1986년 2월~1988년 7월 한국과학기술원 통신공학연구소 연구원

1988년 8월~현재 한국전자통신연구원 교환·전송기술연구소 선임연구원

관심분야 : 고속통신망구조, 고속통신프로토콜, 라우팅 알고리즘, 인터넷 QoS 기술 등



**정 태 수**

e-mail : tsjeong@winky.etri.re.kr  
 1981년 경북대학교 공과대학 전자공학과(학사)  
 1883년 경북대학교 공과대학 전자공학과(석사)  
 1983년~현재 한국전자통신연구원 교환·전송기술연구소 책임연구원 광대역프로토콜연구실장, 통신망구조연구실장 역임

관심분야 : 고속통신망구조, 고속통신프로토콜, 차세대 인터넷기술 등



**김 은 아**

e-mail : eskim@etri.re.kr  
 1988년 전남대학교 전산통계학과(학사)  
 1988년 충남대학교 컴퓨터공학과(석사)  
 1988년~현재 한국전자통신연구원 교환·전송기술연구소 선임연구원

관심분야 : ATM-LAN, 라우팅 및 신호 프로토콜, 라우팅 알고리즘 등

**최 준 균**

e-mail : jkchoi@icu.ac.kr  
 1982년 서울대학교 전자공학과(학사)  
 1988년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과(박사)  
 1988년~1997년 12월 한국전자통신연구원 책임연구원  
 1998년 1월~현재 정보통신대학원대학 통신공학부 부교수  
 관심분야 : 고속통신망구조, 고속통신프로토콜, ATM 트래픽 제어, 멀티미디어통신 등