

B-ISDN과 Internet 연동 프로토콜 설계 및 검증

박석천*, 김동영*, 양용석*, 정영호*, 이봉영**

* 경원대학교 전자계산학과, ** 한국통신 통신망 연구소

Verification of NNI Interworking Protocol of B-ISDN and Internet

Seok Cheon Park*, Dong Young Kim*, Yong Seok Yang*, Young Ho Jung*,
Bong Young Lee**

* Dept. of Computer Science, Kyungwon Univ.

** KT Telecommunication Network Research Lab.

요 약

기존의 공중전기통신망들이 B-ISDN으로 통합, 발전되어 가는 과정에서 경제성 및 효율성 등의 이유로 인해 필연적으로 기존망과 새로 구현하려는 망 사이의 연동과정이 필요하게 되며 가능한 기존망의 기능을 수용하면서 구현될 수 있는 방안이 마련되어야 한다. 본 논문에서는 B-ISDN과 Internet의 망간 프로토콜인 B-ISUP와 TCP/IP의 연동 프로토콜을 설계하고 연동 프로토콜을 검증하기 위해 페트리네트(petrinet)의 확장인 프레디카트(predicate)/액션(action) 네트를 이용하여 모델링하였다. 또한 동작성 확인을 위해 도달트리(reachability tree)를 이용하여 설계한 프로토콜이 교착상태(deadlock) 없이 정상적으로 수행됨을 보였다.

1. 서론

ATM(Asynchronous Transfer Mode)을 전송 및 교환의 기본방식으로 채택한 B-ISDN(Broadband-ISDN)은 사용자-망 집면(UNI : User Network Interface) 프로토콜의 단순화와 다양한 트래픽 특성의 데이터를 단일 프로토콜로 처리할 수 있다는 장점으로 2000년대의 공용통신망의 근간을 이룰 것으로 기대되고 있다. 우리나라에서 뿐만 아니라 여러 선진국의 경우에도 이러한 미래의 B-ISDN 망의 구축단계에 있어서 기존의 구축되어 있는 망을 무시하고 새로이 B-ISDN을 구축하는 것은 기술적 측면에서의 효율성과 여러 가지 경제적인 문제가 대두되므로 기존망과의 연동은 필수적이다.

일반적으로 연동에는 망연동(Network Interworking)과 서비스연동(Service Interworking)이 있으며, 망연동은 이종망을 연결하기 위해 필요한 기능을 제공하는 것으로서 주로 OSI 계층1(물리계층)에서 계층3(망계층)까지의 기능을 포함한다. 서비스연동은 다른 특성을 갖는 서비스간의 연결을 제공하는 것으로서 OSI 계층4 이상의 상위계층에서 수행된다. 또한 프로토콜 참조모델(protocol reference model)을 고려하면 연동은 크게 사용자평면(user plane)과 제어평면(control plane)에서의 연동으로 구분되며, 여기서 제어평면에서의 연동은 신호연동을 의미한다.

본 논문에서는 B-ISDN과 Internet의 망간 프로토콜인 B-ISUP와 TCP/IP의 연동 프로토콜을 설계하고 설계한 프로토콜의 검증을 위해 페트리네트(petrinet)의 확장인 프레디카트(predicate)/액션(action) 네트를 이용하여 모델링하였다.

또한 모델링 결과의 동작성 확인을 위해 도달트리(reachability tree)를 이용하여 프로토콜이 교착상태(deadlock)없이 프로토콜이 정상적으로 수행됨을 보였다.

2. 연동의 기능

프로토콜 참조모델을 고려하면 연동은 크게 사용자평면(user plane)과 제어평면(control plane)에서의 연동으로 구분되는데, 제어평면은 호와 베어러 연결의 설정, 해제 등에 필요한 신호를 처리한다. 그러므로 두 독립된 망을 서로 연동시키기 위한 제어평면의 연동, 즉 신호 방식간의 연동은 일반적으로 중계교환기간에 일어나며 이러한 중계교환기는 연동에 필요한 신호처리를 위하여 신호처리장치를 갖추고 있어야 한다. 이러한 신호방식간의 연동은 새로 도입되는 신호방식이 갖추고 있는 향상된 기능을 전부 만족시키지 못하게 되는 제약점을 가지고 있다.

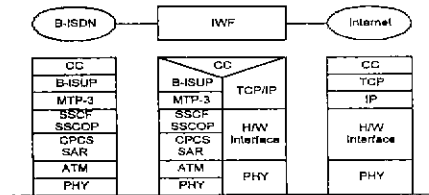


그림 1 제어평면의 프로토콜 스택

그림 1에 제어평면 연동에서 신호프로토콜 매핑 기능을 위한 프로토콜 스택과 연동기능 블록(IWF : InterWorking Function)을 나타내었다. 그림 1에서처럼 이종망 사이에 연동기능 블록이 존재하며 그 연동기능 블록 내에서 신호연동을 위한 프로토콜 매핑 기능이 호제어(Call Control) 기능으로 구현된다.

3. 연동프로토콜의 기능과 상태

연동프로토콜의 기능과 상태는 B-ISDN을 중심으로 Outgoing 경우와 Incoming 경우로 구분할 수 있으며 본 논문에서는 Outgoing B-ISDN의 경우를 기술하였다. 또한 Internet 측은 B-ISDN과 대치되는 부분으로서 기능 및 상태가 거의 동일하므로 본 논문에서는 생략하였다.

표 1은 ITU-T의 Rec. Q.2764에서 권고한 B-ISDN의 망간 프로토콜인 B-ISUP 메시지 중 기본호 처리를 위한 메시지들이다.

표 1. B-ISDN의 기본호 처리를 위한 B-ISUP 메시지

B-ISUP message	Bit
ACM Address complete message	00000110
ANM Answer message	00001001
CPG Call progress message	00101100
IAA Initial address acknowledgement message	00001010
IAM Initial address message	00000001
IAR Initial address reject message	00001011
REL Release message	00001100
RES Resume message	00001110
SAM Subsequent address message	00000010
SUS Suspend message	00001101

표 2에 Internet의 TCP/IP 프로토콜의 메시지와 실제 입력 코드를 나타내었다.

표 2. Internet의 TCP/IP 프로토콜 제어 메시지

TCP message	Bit
URG Urgent pointer field valid	00100000
ACK Acknowledgement field valid	00010000
PSH Deliver data on receipt of segment	00001000
RST Reset the sequence/ack numbers	00000100
SYN Sequence number valid	00000010
FIN End of byte stream from sender	00000001
SYN+ACK	00010010
FIN+ACK	00010001
FIN+PSH+ACK	00011001
RST+ACK	00010100

3.1 Outgoing B-ISDN 경우의 기능 및 상태

3.1.1 발신 베어러 응용서비스요소의 상태 및 상태전이도

발신 베어러 응용서비스요소(ASE : Application Service Element)의 상태는 다음과 같으며, ASE의 상태전이를 그림 2에서 나타내었다. 그림 내에 표시된 프리미티브는 상태전이를 위해서 SACF(Single Association Control Function)와 주고받는 프리미티브를 의미한다.

- 1) 상태 1 : LO-0 IDLE
휴지상태로서 베어러 설정 요구 프리미티브를 기다리는 상태
- 2) 상태 2 : LO-1 Await_IAA
전달지시 프리미티브를 통하여 초기 주소 메시지 승인을 나타내는 메시지를 기다리는 상태
- 3) 상태 3 : LO-2 IAA_Received
초기 주소 메시지의 승인을 나타내는 메시지를 수신한 상태
- 4) 상태 4 : LO-3 Await_RLC
해제 완료 메시지를 기다리는 상태

- 5) 상태 5 : LO-4 Await_Release_resp
베어러 해제 응답 프리미티브를 기다리는 상태
- 6) 상태 6 : LO-5 Rel_Collision
해제 메시지의 충돌이 발생한 상태

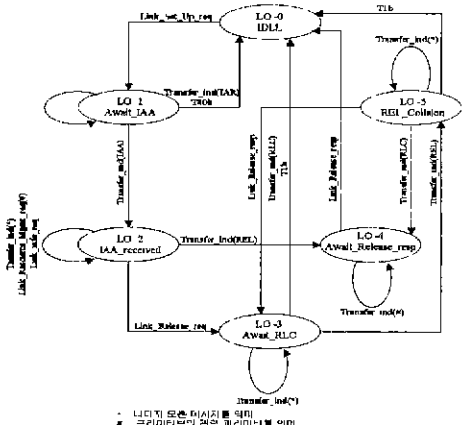


그림 2. Outgoing B-ISDN의 상태전이도

Incoming B-ISDN의 경우는 착신 베어러 제어 응용서비스요소(ASE)의 상태 및 기능을 나타내게 된다.

3.1.2 Internet 측

B-ISDN이 발신부인 경우, B-ISDN의 망간 프로토콜인 B-ISUP 메시지는 IWF를 거쳐 Internet의 망간 프로토콜인 TCP/IP 메시지로 변환된 후, STE(Signaling Terminal Equipment)로 들어오게 된다. 연결 설정 및 해제의 절차는 B-ISDN의 경우와 거의 동일하며 상태 역시 동일하다.

4. 모델링 및 검증

4.1 페트리네트의 개요

페트리네트는 1962년 독일의 C.A. Petri에 의하여 고안된 시각적인 도구로서 비동기적이고 병렬성 및 비결정적인 속성을 지닌 시스템 또는 통신 프로토콜을 설계하고 검증하는데 강력한 도구로 사용되고 있다.

페트리네트의 상태는 각 장소에 주어진 토큰의 수로 표현되는데, 토큰이란 장소에 존재하며 트랜지션의 시행을 제어하며 점으로 표현된다. 하나의 트랜지션으로 들어오는 입력장소에 토큰이 모두 존재하면, 그 트랜지션은 점화 가능 상태라고 말한다. 하나의 트랜지션이 점화되면 입력장소의 토큰이 제거되고 출력장소에 토큰이 위치하게 되고, 기본적인 페트리네트의 모델에서는 트랜지션의 점화는 순간적으로 발생하는 것으로 간주한다.

기본적인 페트리네트를 확장시킨 프레디카트(predicate)/액션(action) 네트에서 각 트랜지션은 레이블로 표현된다. 트랜지션이 점화하기 위해서는 프레디카트가 참(true)이 되어야 하며, 점화와 동시에 액션을 수행하게 된다. 프레디카트는 ?M으로 표시되어 메시지 M을 받았을 때 참이며, 액션은 !M으로 표현되어 메시지 M을 보낸다. 프로토콜에서 타이머가 사용될 경우에는 페트리네트에 타이머를 추가시킬 수도 있다.

4.2 망간 연동 프로토콜 모델링

4.2.1 Outgoing B-ISDN의 경우의 페트리네트 모델링

그림 3은 Outgoing B-ISDN 베어러 제어 응용서비스요소와 Incoming Internet TCP/IP와의 연결의 경우를 모델링한 것이다. 장소 1, 13은 아직 연결이 설정되지 않은 상태이고, 장소 3, 15는 연결이 설정된 상태이다. 장소 2, 14는 연결을 설정하기 위한 과정이고, 장소 4, 5, 16, 17은 정상적으로 연결이 해제되는 과정을 나타낸다. 장소 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12는 토큰이 링크상에 존재할 때를 의미한다.

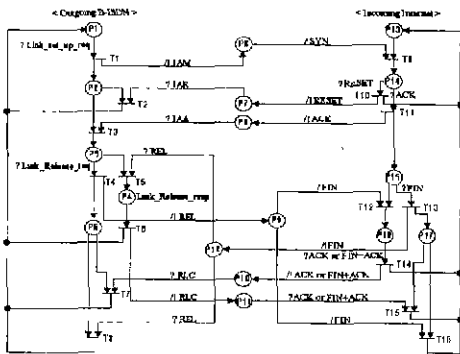


그림 3 Outgoing B-ISDN의 페트리네트 모델링

4.3 망간 연동 프로토콜의 검증

페트리네트의 도달성 트리를 이용해서 분석할 수 있는 특성은 다음과 같다.

- 1) 도달성(Reachability) : 페트리네트의 초기상태 M0에서 임의의 상태 M으로 변환시키는 적당한 점화순서(firing sequence)가 존재하면 상태 M은 초기상태 M0으로부터 도달 가능하다고 한다.
- 2) 생존성(Liveness) : 초기상태 M0에서 적당한 점화순서에 의해서 각 토큰이 모두 점화가능하거나, 초기상태로부터 도달 가능한 모든 상태가 1개 이상의 점화가능한 토큰을 갖는다면 이를 생존적이라고 한다.
- 3) 제한성(Boundness) : 초기상태 M0로부터 도달가능한 모든 상태에 대하여 각 장소(place)가 최대 K개의 토큰을 갖도록 하는 음이 아닌 정수 K가 존재하면 이 페트리네트는 제한되었다고 하며, 특히 K = 1 일때, 안전(safe)하다고 한다.

4.3.1 Outgoing B-ISDN의 검증

그림 4는 Outgoing B-ISDN 베어러 제어 응용서비스요소와 Incoming Internet TCP/IP와의 연결의 경우를 도달성 트리로 나타낸 것이다. 도달성 트리의 한 노드는 각 모듈에서 토큰이 위치하고 있는 장소를 나타낸다. 이 그림에서 알 수 있듯이 베어러 제어 응용서비스요소의 도달성 트리는 교착상태 없이 어느 상태에서든지 초기상태로 갈 수 있음을 보여준다. 또한 각 장소에 토큰이 둘 이상 있는 경우가 발생하지 않으므로 제한성(boundness)을 지닌다고 할 수 있다.

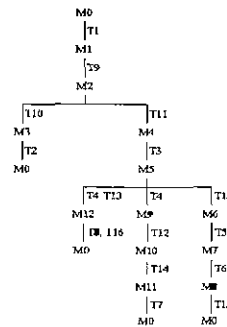


그림 4 Outgoing B-ISDN의 도달성 트리

5. 결론

정보화 시대의 도래와 함께 통신 서비스의 사용자들은 보다 다양한 서비스를 요구하게 되었고, 이러한 요구들을 충족시키기 위한 광대역 서비스를 제공하는 B-ISDN은 미래 통신망의 근간이 될 것이 분명하다. 이러한 B-ISDN의 발전과정 중 망의 운용에 있어서 기술적인 측면의 효율성과 여러가지 경제적인 문제로 B-ISDN과 기존망인 Internet과의 연동에 대한 연구는 필수적이다.

본 논문에서는 B-ISDN과 Internet의 망간 프로토콜인 B-ISUP과 TCP/IP의 연동 프로토콜을 설계하고 설계한 프로토콜이 정상적으로 동작함을 검증하기 위하여 페트리네트(petrinet)의 확장인 프레디케이트(predicate)/액션(action) 네트워크를 이용하여 모델링하였다. 또한 모델링 결과의 동작성 확인을 위해 도달트리(reachability tree)를 분석하여 교착상태(deadlock) 없이 프로토콜이 정상적으로 수행됨을 보였다.

본 논문은 통신망의 B-ISDN화를 발전의 기본 목표로 하고 있는 시점에서 B-ISDN을 중심으로 B-ISDN과 기존 통신망간의 효율적인 망간 연동을 위한 기초 기반 기술로 활용될 수 있을 것으로 생각되며, 통신망의 효율적이고 경제적인 진화 전략을 수립하는데 일익을 담당할 것으로 사료된다.

본 연구는 한국통신 정보통신기초연구사업지원으로 수행중인 연구과제의 일부임

참고문헌

- [1]하상용, 송관호, "인터넷의 구성과 현황," 한국통신학회지, 제14권, 제4호, 1997.4.
- [2]ITU Q.2931, "B-ISDN User-Network Interface," 1994 9
- [3]ITU B-ISUP, "B-ISDN Network Node Interface," 1994 9
- [4]ITU 1.5GA, "General Arrangements of B-ISDN Interworking," 1994. 4.
- [5]M.Veeraraghavan, D.M.Rouse, R.Kappor, "Signalling Architectures and Protocols for Broadband ISDN Services," GLOBECOM'92, Dec. 1992
- [6]ITU Q.2761, "B-ISDN User Part-Functional Description," 1993. 12.
- [7]ITU Q.2764, "B-ISDN User Part-Basic Call Control," 1993. 12.
- [8]ITU Recommendation I series, White Book, 1992.
- [9]ITU Recommendation Q series, White Book, 1992