

위성 B-ISDN 다중신호 프로토콜의 설계 및 검증

박석찬⁰, 남기모, 김동영, 변지섭, 최동영
 경원대학교 전자계산학과
 e-mail: scpark@mail.kyungwon.ac.kr

Design and Verification of Satellite B-ISDN Multi-Signalling Protocol

Seok Cheon Park⁰, Ki Mo Nam, Dong Young Kim, Ji Sub Byun, Dong Young Choi
 Dept. of Computer Science, Kyungwon Univ.

Abstract

The terrestrial/satellite hybrid network may replace or supply the terrestrial network in some areas or certain application. Furthermore, it can play an important role in the development of B-ISDN due to their features of flexible wide coverage, independent of ground distances and geographical constraints, multiple access and multipoint broadcast. Also, satellite have the capability to supply terrestrial ATM and B-ISDN with flexible links for access networks as well as trunk networks.

This paper describes the design and verification of the interworking protocol between terrestrial B-ISDN and satellite network. For the verification, the designed interworking protocol is modeled by Petri-net and analyzed by reachability tree.

1. 서론

정보 통신 기술의 발전에 따른 정보 산업의 비약적인 성장과 이에 따른 사용자의 다양한 요구를 충족시키기 위해 통신망의 광대역화, 지능화 및 멀티미디어화가 요구된다. 이에 ATM을 전송 및 교환의 기본 방식으로 채택한 B-ISDN은 기존망과의 연동을 통해 21세기의 지상 통신망의 주축이 될 것이다. 이러한 B-ISDN은 광케이블 구축을 목표로 하고 있으나, 시간과 비용 면에서 많은 어려움이 따를 것으로 예상된다. 이러한 단점을 보완하는 수단으로서 위성망은 광역성, 동시성, 유연성의 특성으로 고품질의 서비스를 지속적으로 제공할 수 있기 때문에 B-ISDN 시스템을 구축하는데 큰 역할을 할 것이다. 따라서 본 논문은 위성 B-ISDN 다중 신호 프로토콜 구조를 제시하고, 브로드캐스팅과 멀티포인트에 대한 점-대-다지점 연결을 지원하는 위성 B-ISDN 신호 프로토콜의 신호 매핑과 기본 호 설정 및 처리 절차를 제시하였다.

2. 위성 B-ISDN 망 구성

2.1 위성 B-ISDN 망 구성

위성 B-ISDN 망의 개념적 구성은 그림 1과 같이 통신위성, 중계지구국, 사용자 지구국 및 위성채널 자원을 관리하고 중계지구국사이의 위성채널을 설정하는

중심지구국으로 구성된다.

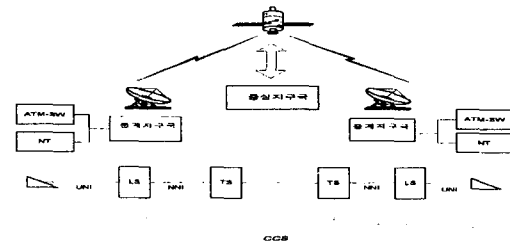


그림 1 위성 B-ISDN 시스템 구성도

또한, 위성망은 크게 가입자 망 부분과 중계망 부분으로 구분된다. 가입자 망 부분은 지상 B-ISDN망의 가입자를 수용하는 구조로 대도시외의 영역에까지 B-ISDN 서비스를 제공할 수 있다. 또한 중계망은 위성 링크를 통하여 직접적으로 연결하는 구조로서 지상망의 노드에 트래픽이 과잉인 경우를 대비한 보완망으로서 이용할 수도 있고 국제적인 장거리 전송에 이용하는 측면으로 고려할 수 있다.

2.2 위성 B-ISDN 신호 시스템의 기본 구조

위성 B-ISDN 신호 시스템의 구조는 그림 2에서 볼 수 있듯이 신호 시스템의 접면에 따라 사용자-중계망간과 중계망-중계망간 및 중계망-위성중계망간 프로토콜로 나눌 수 있다.

각각의 프로토콜은 신호 정보를 목적지까지 신뢰성 있게 전달하는 기능을 제공하는 신호 정보 전달 프로토콜과 신호 기능을 수행하는 개체간의 호 설정 및 해제에 관련된 절차를 규정하는 연결 설정 프로토콜로 구분한다.

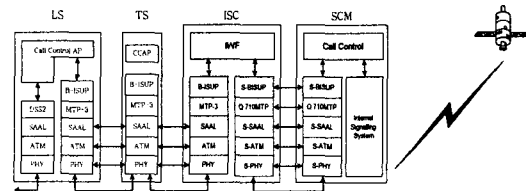


그림 2 위성 B-ISDN 신호 프로토콜 구조

3. 위성 B-ISDN 다중신호 프로토콜의 설계

3.1 호 설정 절차

점-대-다지점 호 설정 절차는 두 종단점간에 기본 호 설정 과정과 동일한 신호 절차를 통하여 기본 연결을 설정한다. 그림 3에 점-대-점 및 점-대-다지점 호 설정을 위한 신호 절차를 나타내었다. 신호 절차에서 보듯이 점-대-점 구조의 단순 호 설정 절차와 동일하며, 다만 다수의 상대단 중에서 어떤 상대단과 관련된 신호 메시징인지 나타내기 위하여 메시지 내에 종단점 참조자가 포함되어 단방향의 정보 전달 능력을 갖도록 대역폭이 설정된다. 종단점 참조자 값은 0을 포함한 임의의 양의 정수로 할당되며 하나의 호 내에서는 각 상대단마다 유일한 값으로 할당된다. 기본 연결을 설정하기 위한 첫 번째 상대단의 종단점 참조자 값은 0으로 할당되며, SETUP 메시지 내에 포함되어 상대단에 전달된다. 종단점 참조자 값 0을 포함하는 SETUP 메시지를 수신한 착신점은 자신이 점-대-다지점 구조의 첫 번째 종단점이라는 것을 알 수 있으며, 이 경우에만 전송 특성 등에 관련된 협상 권한이 주어진다. 이후에 추가되는 상대단의 종단점 참조자 값은 0을 제외한 값으로 할당해 주어야 하며, 이 경우 전송 특성에 대한 협상이 불가능하다.

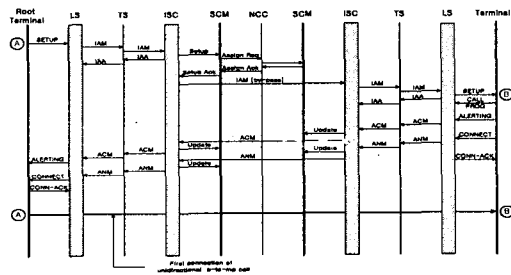


그림 3 위성 B-ISDN 점-대-다 호 설정 절차

3.2 상대단 추가 절차

점-대-다지점 호의 기본 연결이 설정된 후 상대단 추가 절차를 시도할 수 있으며, 이는 호 소유자(root)만이 가능하다. 그림 4에서 볼 수 있듯이 상대단의 추가 요구는 ADD_PARTY 메시지를 통하여 교환기로 전달되어 시작되며, ADD_PARTY 메시지 내에 종단점 참조자 값은 0을 제외한 양의 정수 값으로 할당되고, 호 참조자는 최초의 호 설정 시 사용한 값을 그대로 사용한다. 상대단 추가 요구에 대한 망에서의 처리는 다중 연결의 경우와 마찬가지로 독립적인 응용개체 인스턴스를 생성하여 관리한다. 착신 국부 교환기에서는 새로운 호 설정 메시지가 수신된 것과 동일한 절차를 수행한다. 단, 호 종류가 점-대-다지점이라는 것과 전송 특성에 대한 협상이 불가능하며, 종단점 참조자 등의 정보요소가 포함되는 것이 다르고, 착신 단말로 SETUP 메시지를 전달하여 호 설정을 진행한다.

3.3 상대단 탈퇴 절차

상대단의 탈퇴는 호 소유자의 요구에 의한 특정 상대단의 탈락이 있을 수 있으며, 종단점에 위치한 상대단에서 스스로 호에서 탈퇴할 수 있다.

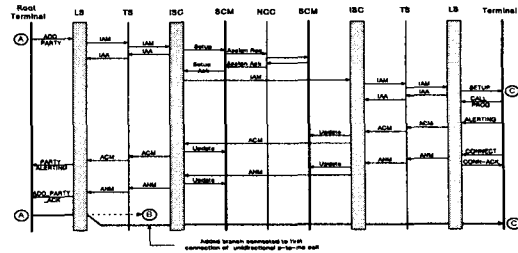


그림 4 위성 B-ISDN 상대단 추가 절차

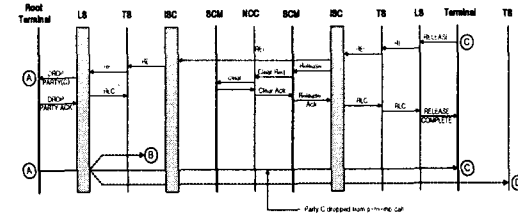


그림 5 상대단 탈퇴 절차

3.4 호 해제 절차

호 해제는 호 소유자의 요구로 가능하며, 호 소유자 단말이 망으로 RELEASE 메시지를 전송함으로써 시작된다. 호 해제 절차는 그림 6과 같다.

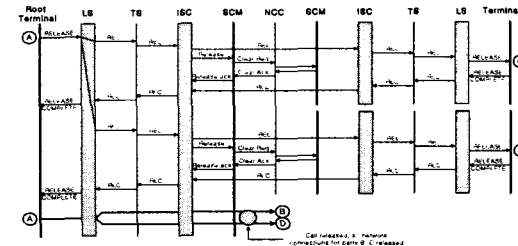


그림 6 점-대-다중점 호 해제 절차

4. 호 제어 응용 프로세스의 설계 및 검증

4.1 호 제어 응용 프로세스의 설계

연동 프로세스의 구조는 그림 7과 같이 중계망의 B-ISUP 프로세스와 위성 B-ISDN 사용자부(S-BISUP)의 표준 프로세스 처리부에서 제공하는 통신 서비스를 이용하여 호 설정 및 해제를 담당한다. 이러한 호 제어 응용 프로세스는 착신 가입자 위치정보 분석, 목적 교환기를 향한 경로선택, 요구된 대역폭을 기준으로 하는 연결수락 제어 및 자원 할당 등 교환기 내부의 기능을 수행하므로 교환기마다 고유한 특성을 가질 수 있다.

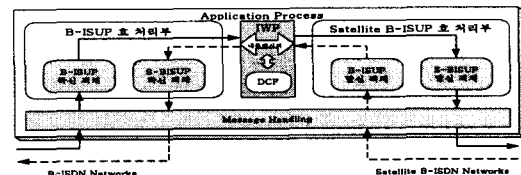


그림 7 중계망 연동 프로세스의 착신 및 발신 객체

4.2 다수개의 연결 및 상대단을 위한 DCF

현재 권고되고 있는 신호 절차에서는 다중 연결 호 및 점-대-다중점 연결 호에서 연결이나 상대단을 추가할 경우 한번에 하나의 연결 추가 또는 상대단 추가를 제공한다. 이러한 절차는 다수의 연결을 요구할 경우 신호 시스템의 효율을 저하시킬 수 있다. 따라서, 본 논문에서는 다중 연결 및 다자간 호에서 복수개의 연결이나 상대단의 추가 요구를 처리할 수 있도록 기능 함수를 설계하였다.

복수개의 연결 요구를 수신한 응용 프로세스는 분배 제어 함수(DCF : Distribution Control Function)를 호출하여 이러한 처리 절차를 수행한다. DCF는 중계망 연동 프로세스내에서 진행 상태 정보 객체를 참조, 관리하며 다자간 다중 연결에 해당하는 메시지를 망으로 분배하여 내부 메시지로 중계망 연동 프로세스에게 전달하는 기능을 수행한다. 즉, 중계망 응용 프로세스에서는 복수개의 상대단과 관련된 프리미티브를 수신하면 호 객체 내에 진행 상태 정보를 생성한 후 오퍼레이션 식별자를 DCF에게 넘겨주게 된다. DCF는 중계망 응용 프로세스로부터의 요구를 받아 복수개의 상대단에 대한 관리 객체 및 연결 객체를 생성하여 진행 절차를 관리한다. 이러한 객체들을 관리하는 DCF의 구조는 그림 8과 같으며, DCF의 처리도를 SDL(Specification and Description Language) 형식으로 표현하면 그림 9와 같다.

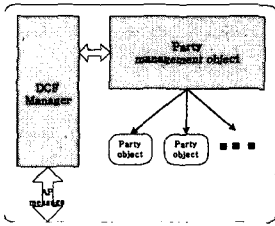


그림 8 DCF의 내부 구조도

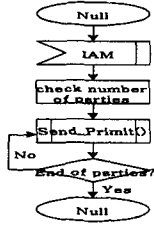


그림 9 SDL 흐름도

4.3 호 객체의 상태 천이 절차

S-BISUP 착신호 처리부는 망을 통하여 전달된 호 설정 지시 프리미티브(S-BISUP_Setup_ind)를 수신함으로써 시작되며, B-ISUP 착신호 처리부와 비슷한 처리 절차를 밟는다. 우선 중계망 연동 프로세스의 내부 메시지만 *SETUP 메시지를 전송하여 호 절차를 진행시키고 <SETUP_sent> 상태로 천이한다. 사용자망 연동 프로세스와는 달리 위성 중계망의 SETUP 메시지는 호 설정을 위한 메시지가 아닌 위성망에서의 자원 할당을 통해 IAM을 by-pass시키기 위하여 사용되는 메시지이다. 이후의 처리 절차는 할당받은 자원을 통해 B-ISUP 메시지가 전달되면서 위성망에서 변경되는 파라미터들을 갱신하여 주는 과정을 나타내었다. 자세한 처리 절차는 그림 10에 나타내었다.

S-BISUP 발신호 처리부는 S-BISUP 착신호 처리부와 유사한 형태의 대칭적인 절차로 나타나며, 내부 메시지인 *SETUP 메시지를 수신하여 호 설정 요구 프리미티브(S-BISUP_Setup_req)를 전달함으로써 호를 진행시키고, <SETUP_rcvd> 상태로 천이한다. 자세한 호 처리 절차는 그림 11에 나타내었다.

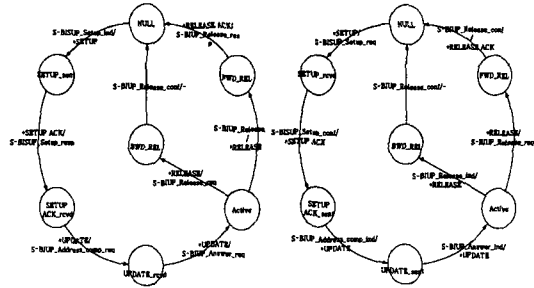


그림 10 위성 B-ISDN 착신호 처리부 상태 천이도

그림 11 위성 B-ISDN 발신호 처리부 상태 천이도

4.4 호 제어 응용 프로세스 검증

하나의 호 제어 응용 프로세스 내에서는 현재 진행되는 신호 절차에 따라 적절한 착신 처리부와 발신 처리부가 선택되어 상호 연동에 의하여 신호 절차가 진행된다. 연결 형태에 의해서 발생할 수 있는 상태 천이 절차의 연동은 각 신호 절차에 따라 다양한 연동이 발생할 수 있는데 이를 정리하면 표 1과 같다.

표 1 연동 프로세스내에서 각 연결 형태에 따른 신호 절차 연동

신호 절차	착신단 위치	교환기 종류	연동 절차
기본호	타 국	발신	① B-ISUP incoming ↔ S-BISUP outgoing
		착신	② S-BISUP incoming ↔ B-ISUP outgoing

연동 절차 ①, ②에 대한 페트리넷 모델은 그림 12와 같다. 그림 12에서 좌측의 표지소(p1~p7)는 발신측의 상태(Incoming), 우측의 표지소(p14~p20)는 수신측의 상태(Outgoing)를 나타내며, 중간 표지소(p8~p14)는 각각의 메시지가 전달 중에 있음을 나타낸다. 표지소 p1과 p14의 검은 점은 초기 상태 M₀의 토큰을 나타낸다.

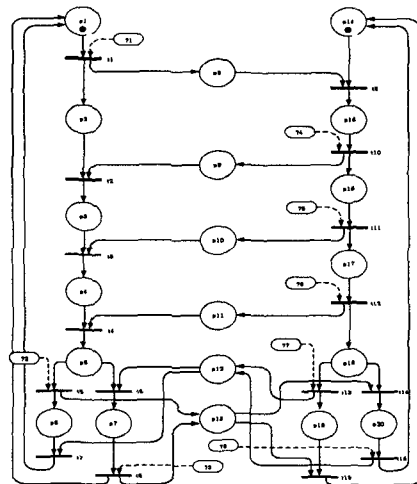


그림 12 페트리넷 모델링

페트리네트 모델에서 각 표지소의 상태는 연동절차에 따라 다르나 같은 상태를 가지며, 이를 도표로 정리하면 표 2와 같다. 또한 페트리네트 모델링에서 외부사건이 필요한 경우, 이를 '?n'의 형태로 표현하고, 이에 대한 각 처리절차를 표 3에 정리하였다.

그림 12의 페트리네트 모델링과 표 2와 표 3을 이용하여 연동절차 ①, ②를 페트리네트 모델로 표현할 수 있으며, 이에 대한 도달성 트리를 그림 13에 나타내었다.

표 2 연동 프로세스에서의 각 절차에 대한 표지소의 상태

표 지 소	각 연동 절차에서의 상태	
	①	②
p1	NULL	NULL
p2	SETUP_sent	SETUP_sent
p3	SETUP ACK_rcvd	SETUP ACK_rcvd
p4	UPDATE_rcvd	UPDATE_rcvd
p5	Active	Active
p6	FWD_REL	FWD_REL
p7	BWD_REL	BWD_REL
p8	SETUP메시지의 전달중인 상태	
p9	SETUP ACK 메시지의 전달중인 상태	
p10	UPDATE 메시지의 전달중인 상태	
p11	RELEASE, RELEASE ACK 메시지의 전달중인 상태	
p12	RELEASE, RELEASE ACK 메시지의 전달중인 상태	
p13	RELEASE, RELEASE ACK 메시지의 전달중인 상태	
p14	NULL	NULL
p15	SETUP_rcvd	SETUP_rcvd
p16	SETUP ACK_sent	SETUP ACK_sent
p17	UPDATE_sent	UPDATE_sent
p18	Active	Active
p19	BWD_REL	BWD_REL
p20	FWD_REL	FWD_REL

표 3 연동 프로세스에서의 각 절차에 대한 외부사건

외부사건	각 연동절차에서의 외부사건	
	①	②
?1	B_setup_ind	S-BISUP_setup_ind
?2	B_Release_ind	S-BISUP_Release_ind
?3	B_Release_conf	S-BISUP_Release_conf
?4	S-BISUP_Setup_conf	B-SETUP_resp
?5	S-BISUP Address_comp_ind	Address_comp_ind
?6	S-BISUP Answer_ind	Answer_ind
?7	S-BISUP_Release_ind	B_Release_ind
?8	S-BISUP_Release_conf	B_Release_conf

그림에서 볼 수 있듯이 초기 상태 M0에서 시작한 트리는 상태 M20까지 천이하여 트리를 완성할 수 있다. 페트리네트 모델의 특성을 분석하면 표 4와 같다.

본 논문에서 설계한 프로토콜의 상태 천이 절차는 연동 절차에 따라 각 상태로 천이 가능하며, 페트리네트 모델의 각 표지소에서 토큰의 개수가 1을 넘지 않으므로 1-bounded 되었음(안정함)을 증명할 수 있다. 또한, 각 페트리네트 모델이 항상 초기 상태로 되돌아올 수 있는 경로가 있으므로 프로토콜의 생존성을 증명할 수 있고 이는 프로토콜의 교착상태(deadlock)가 발생하지 않음을 의미한다.

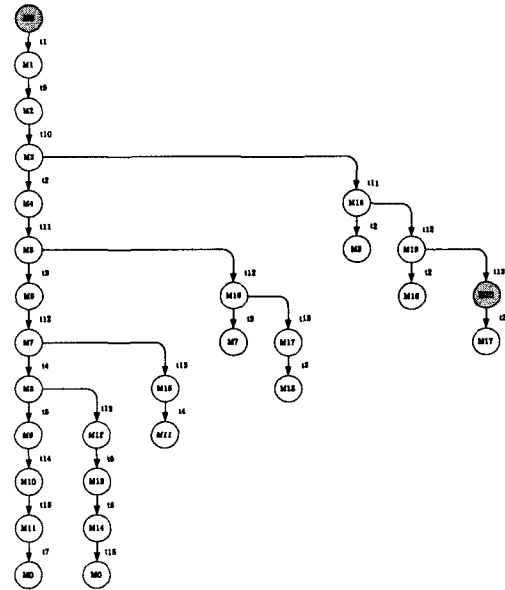


그림 13 페트리네트 모델 2의 도달성 트리

표 4 각 페트리네트 모델의 특성

특 성	모 델	위성 B-ISDN 다중신호 프로토콜 페트리네트 모델
도달성		M20에 도달 가능
제한성		1-bounded (safe)
생존성		Yes (초기 상태로 천이 가능)
Dead-lock		없음

5. 결론

본 논문은 기존 지상망의 효율성과 안정성을 향상시키고, 국가의 모든 통신망을 하나의 정보통신망으로 구성하여 정보를 효율적으로 이용, 관리 및 운용할 수 있도록 하기 위하여 지상망과 위성망간의 망간 연동 프로토콜인 위성 B-ISDN 다중신호 프로토콜을 연구하였다. 이에 따라 위성 B-ISDN의 신호 매핑과 점-대-점 및 점-대-다지점 기본 호 처리 절차를 제시하고 페트리네트를 이용하여 설계한 연동 프로토콜이 정상적으로 동작함을 확인하였다. 본 논문의 결과는 미래 초고속 정보통신망 구축의 기초 연구 자료로 활용될 것으로 사료된다.

본 논문은 정보통신연구진흥원의 대학기초연구지원으로 수행중인 연구의 일부임

참고문헌

- [1] D. M. Chitre, W. S. Oei, "INTELSAT System Architecture for ISDN," Vol. 23, No. 1, Spring, 1993.
- [2] Toru OTSU, Masahiro UMEHIRA, "An Advanced Satellite Communication System for ISDN Subscriber and Trunk Applications DYANETII"
- [3] ITU-T Rec. Q.768
- [4] ITU-T Rec. Q.2764, "B-ISDN User Part - Basic Call Procedures"
- [5] ITU-T Draft Rec. Q.2971, "Point-to- Multipoint Call/Connection Control," 1996.2.