

프레임릴레이와 ATM망간 연동 프로토콜 설계 및 검증

강성용^u, 최동영*, 김동영*, 변지섭*, 박석천*
* 경원대학교 전자계산학과

Design and Verification of Interworking Protocol of Frame Relay and ATM Network

Sung Yong Kang*, Dong Young Choi*, Dong Young Kim*, Ji Sub Byun*, Seok Cheon Park*
* Dept. of Computer Science, Kyungwon Univ.
scpark@mail.kyungwon.ac.kr

요 약

ATM을 근간으로한 초고속 정보 통신망은 융통성 및 효율성, 고속의 정보 전송 능력으로 인해 미래의 통신망으로 자리잡을 것으로 예상되며, 이와 같은 초고속 정보 통신망은 완전히 구축되기 전까지는 프레임릴레이 등과 같은 기존의 망들과 혼용해서 사용될 것이기 때문에 망 발전의 중간 단계에서 경제성이나 기술의 효율성 문제로 기본망과의 연동 연구는 매우 중요하다고 할 수 있다.

이에 따라 본 논문에서는 교환 가상 채널(Switched Virtual Channel : SVC) 기반의 제어평면 연동을 고려하여 프레임 릴레이와 ATM간의 신호 연동을 중심으로 망간 연동 프로토콜을 설계하고 검증하였다.

1. 서 론

우리 나라 초고속 정보 통신 기술에 관한 연구는 1990년대 초부터 시작되었고, 다양한 관점에서 연구가 수행되어 초고속 통신망 구축 단계에 이르고 있으며 이에 따른 체계적이고 통합적인 초고속 정보 통신 구축 방안을 수립하고 추진해야 할 단계라 할 수 있다.

현재 통신망은 서로 다른 통신 사업자간의 상이한 접속 형태에 따른 망간 상호 통신 호환성의 부족으로 이용자의 불편을 초래하고 있기 때문에 사용자의 요구를 수용하기 위해서는 서로 상이한 통신망간의 연동이 필요하다.

현재 프레임릴레이에 대한 요구는 LAN간 연동, 인터넷 접속, SNA(Systems Network Architecture) 수용 등에 의하여 급격하게 증가하였으며 경제적이고 효율적인 특성으로 인하여 많은 WAN(Wide Area Network) 이용자들에게 유용한 서비스를 제공하고 있다.

프레임릴레이 서비스를 제공하기 위한 방안으로는 현재 상용화되고 있는 방식의 대부분인 영구 가상 채널(PVC : Permanent Virtual Channel) 방식과 때때로 통신망을 보다 효율적으로 사용하기위해 필요한 교환 가상 채널(SVC : Switched Virtual Channel) 방식이 있다.

이를 위해 본 논문에서는 교환 가상 채널 방식을 중심으로 프레임릴레이와 ATM간의 연동 방안을 연구 분석하였으며 이를 위해 국제 및 국내 표준화 단체의 신호 표준화 동향을 파악하고 그 내용을 최대한 수용하여 프레임릴레이와 ATM망간의 호 처리 연동부를 설계하고 검증하였다.

2. 프레임릴레이와 ATM

2.1 프레임릴레이

프레임릴레이란 향상된 회선품질을 기반으로 데이터 교환 시 여러 재전송 과정을 축소하여 데이터 전송의 고속화를 도모한 기술로서 64Kbps ~ 2Mbps 까지의 전송 속도를 지원한다.

패킷교환이나 프레임릴레이 등에서는 교환기에서 일단 패킷을 축적하고 상대방 단말에 맞는 속도로 패킷을 송출하는 방식을 사용함으로써 상이한 통신속도를 가진 단말간에도 통신이 가능하지만 적절한 흐름제어가 필요하다. 프레임릴레이에서는 흐름제어가 필요한 경우 교환기가 단말에 송신 데이터 량을 줄이도록 요구하고 이를 단말에서 처리하기 때문에 통신망의 부담을 감소시킬 수 있다. 프레임릴레이는 X.25와 동일 프레임을 단위로 하여 정보를 전송하지만 프레임 구성은 간략화 되어 있다.

2.2 ATM

ATM은 B-ISDN을 구현하기 위한 전송 기술로서 최고 622Mbps의 속도로 디지털 음성, 데이터, 제어 정보를 운반할 수 있다. ATM 셀 스트림은 각각의 사용자나 출발지로부터 오는 신호와 함께 시작된다.

ATM은 신호를 48옥텟 페이로드로 나누고 5옥텟의 헤더를 갖는다. 이러한 53옥텟의 패킷을 셀 이라고 한다. ATM은 다양한 신호 출처로부터 셀 들을 가져와서 다른 출처에서 비롯된 셀 들과 합친 후 ATM 스위치로 보낸다. 스위치는 셀을 다중화하며 셀은 밖으로 나가는 ATM 셀 스트림에서 빈 슬롯을 찾아 서로 경쟁하게 된다.

데이터를 전송할 수 있기 전에 접속이 이루어지는

ATM은 연결중심의 서비스이다. 각 셀의 전송 지연은 다른 입력 데이터 스트림에서 온 트래픽에 달려 있으므로 각 데이터 스트림의 지연은 주기적이지 않다. 그러므로 셀전송은 비동기 수행(asynchronous operation)이라고 한다. 반대로 동기 전송 모드는 셀 전송과 수신을 위한 고정 주기를 갖는다.

3. 프레임릴레이와 ATM의 연동방안

3.1 연동시 고려사항

ATM을 기반으로 하는 통신망 연동계획은 최적의 통신망 진화전략에 부합되고 다양한 기술의 응용 가능성을 제한하지 않도록 수립되어야 한다.

망간 연동은 망의 구조를 결정하는 B-ISDN 프로토콜의 기준모형과 이에 따라 구성되는 망 기능 및 서비스 기능의 규정에 밀접한 영향을 받는다. 또한 ATM 망에서의 망 관리 측면 역시 연동에서 고려되어야 하는 요인이다.

3.2 연동 요구사항 및 연동 시나리오

(1) 연동 요구사항

일반적으로 연동에는 망연동과 서비스연동으로 나뉘어진다. 망연동은 이중 망을 연결하기 위해 필요한 기능을 제공하는 것으로서 주로 OSI 계층 1에서 계층 3까지의 기능을 포함하며 서비스연동은 다른 특성을 갖는 서비스간의 연결을 제공하는 것이다.

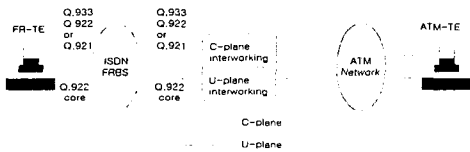


그림 1. 프레임릴레이와 ATM망 사이의 연동

그림 1은 고려되는 연동 약정을 나타내는데, 프레임릴레이와 ATM 사이의 클래스 C 서비스 사이의 연동은 호 제어 매핑 또는 제공에 의해서 수행된다.

연동을 제어 평면에서의 연동과 사용자 평면에서의 연동으로 나누어 생각해보면, 제어 평면에서의 요구사항으로 호 제어를 고려하여야 하며 호 제어 매핑은 IWF에 의해 상호 연결되는 양 망에서 사용자 평면 연결이 설정되고 해제되는 방법으로 제공된다. 제어 평면 절차는 처리량, 최대 프레임 크기 등의 사용자 평면 매개변수 협상을 지원해야 한다. 사용자 평면에서의 연동은 프레임릴레이 배어러서비스와 ATM 망의 클래스 C 서비스, 메시지 모드, 비보장 동작 사이의 연동으로 구성되며 ATM 망의 클래스 C, 메시지 모드, 비보장 동작은 프레임릴레이 코어 서비스와 비슷한 기본적인 기능들을 제공한다.

(2) 연동 시나리오

CCITT I.233 권고안에서는 프레임릴레이 서비스를 제공하기 위한 방안으로 교환 가상 채널 방식 및 영구 가상 채널 방식을 정의하고 있다. 영구 가상 채널은 서비스 가입시 네트워크와 사용자간에 단말간의 고정 경로가 할당되는 방식을 사용하는데, 현재 상용화되고 있는 프레임릴

레이 장치들은 대부분 영구 가상 채널 방식을 사용한다. 통신망을 보다 효율적으로 이용하기 위해서는 필요에 따라 전달경로가 설정되는 교환 가상 채널 방식이 구현되어야 하는데, 이때 경로 설정을 위한 신호 절차의 수행이 필요하다. 신호절차를 위한 대표적인 권고안으로는 Q.933, Q.921, Q.922, Q.2933, Q.2727 등이 있다.

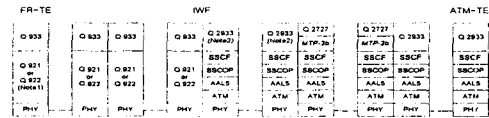


그림 2. 프레임릴레이와 ATM 망간의 신호 절차 연동

그림 2는 신호 연동을 위한 프로토콜 스택을 보여주는데, 일대일 매핑 경우에서 선행규격 Q.2933 절차는 ATM 망을 통하여 프레임릴레이 연결을 설정하는데 사용된다. 호 처리 연동 기능부(IWF : InterWorking Function)는 프레임릴레이 망을 위한 Q.933 절차와 ATM 망을 위한 Q.2933 절차 사이의 매핑을 지원한다.

Q.933의 경우 회선모드 연결이 먼저 설정된 후 프레임 모드 연결을 설정하는 2 단계 액세스 방안을 이용할 때, FR-TE부터 프레임 처리기까지의 회선 모드 연결은 Q.921 위의 Q.931을 사용해 우선 설정되고 이후에 프레임 모드 연결이 Q.922 위의 Q.933을 사용해 B/H 채널 상에 설정된다. IWF의 접면에 UNI와 NNI 모두가 적용 가능하며 NNI가 접면에 적용될 때, 프로토콜 스택의 Q.2933 부분은 B-ISUP으로 변경된다.

3.3 연동시의 문제점

모든 연동방식 중에서 제기되는 문제로서 데이터 손실에 관한 문제를 들 수 있는데, 이 문제점을 해결하기 위해서 서로 속성이 다른 망간의 연동시 그 구조와 프로토콜을 정확히 이해하고 매핑시켜 그 이질감을 극복시킴으로서 전혀 손실이 없는 데이터의 전송이 이루어질 수 있도록 연구가 계속 되어야 할 것이다.

한편, ATM 망의 모든 정보는 패킷 형태로서 공중망에 존재하기 때문에, 그 트래픽 제어와 자원 관리에 따라서 서비스에 치명적인 손상을 가져올 수 있다. 따라서 트래픽 제어에 대한 부분은 매우 중요한 부분으로 데이터의 폭주 시 트래픽의 부하에 대한 문제도 연동시 필히 고려되어야 할 과제이다.

4. 망간 연동 프로토콜의 설계

연동 구조에서 기본호의 신호제어절차는 호 설정 단계, 데이터 전송단계, 통화 단계 및 호 해제 단계로 구분할 수 있다. 프레임릴레이와 ATM간의 연동을 고려할 때 각 인터페이스는 ATM측의 DSS2(Q.2933) 사용자망 인터페이스, 망노드간 인터페이스인 B-ISUP 및 프레임릴레이측의 DSS1(Q.933) 사용자망 인터페이스로 구분된다.

이때 연동기능부(IWF)는 Q.933과 Q.2933간의 메시지 및 파라미터 매핑기능을 포함하여 변환 후 착신 및 발신측으로 전달하는 기능을 수행한다.

4.1 프레임릴레이와 ATM간 연동구조 상에서의 호 설정 절차

프레임릴레이와 ATM간의 연동구조에서 호 설정 절차는 ATM 단말에서의 호설정 요구와 프레임릴레이 측에서의 호설정 요구로 구분된다. ATM 측을 기준으로 사용자와 국부 교환기간의 절차는 기존 B-ISDN의 Q.2931 절차를 기본으로 하는 Q.2933을 따르며 프레임릴레이 측에서는 회선 교환 연결을 먼저 설정하는 경우 ISDN의 Q.931 절차를 따르고 프레임모드 연결을 위해서는 Q.933의 절차를 따른다.

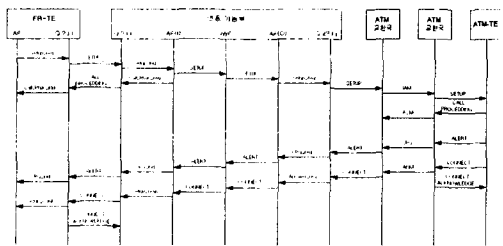


그림 3. FR-TE에서 ATM-TE로의 호 설정 요구

프레임릴레이 단말에서 ATM 단말 측으로 호를 설정하는 경우의 호제어 절차 및 관련된 프리미티브는 그림 3과 같다.

4.2 프레임릴레이와 ATM간 연동구조 상에서의 호 해제 절차

프레임릴레이 단말에서 ATM 단말 측으로 호 해제를 요구하는 경우의 호제어 절차 및 관련된 프리미티브는 그림 4와 같다.

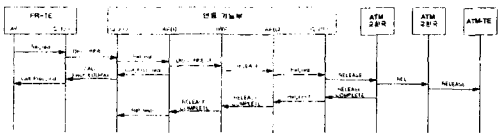


그림 4. FR-TE에서 ATM-TE로의 호 해제 요구

4.3 호 처리 연동 기능부를 위한 내부 프로세스의 상태 천이도

프레임릴레이와 ATM간의 망간의 호연결 및 해제를 위한 신호는 Q.933 및 Q.2933이 기본으로 적용되나 프레임모드 베어러 연결 설정을 위해서 2 계층의 Q.922가 적용된다. 따라서 연결 설정을 위한 연동 기능부의 상태 천이는 3 계층 프로토콜을 중심으로 나타내며, 프레임모드 베어러 연결 설정을 위한 프리미티브 교환은 계층 2와 함께 기술한다. 또한 망간 메시지 교환을 위한 연동 교환기 내부의 응용 프로세스를 중심으로 메시지나 프리미티브의 요청을 받아 들이는 것을 Incoming, 타 망을 향하여 메시지나 프리미티브를 발생시키는 것을 Outgoing으로 정의하고 상태 천이를 나타내었으며 AP 및 하위 계층과 프리미티브를 교환하는 Q.933 개체와 Q.2933 개체를 호 제어 응용 프로세스로 지칭하였다. 또한 동일 개체간에 주고 받는 메시지는 Q.933 메시지인 경우 F_Message,

Q.2933 메시지인 경우 A_Message 형태로 표시하였다.

상태 천이도에서 표시된 프리미티브는 상태 천이를 위해서 AP와 신호 개체간에 주고 받는 프리미티브를 의미한다. 착신 개체는 프레임릴레이 측에서 전송된 메시지에 의해 발생한 프리미티브에 의하여 동작을 시작하고 ATM 측의 응답을 통해 발생한 메시지를 수신한다.

착신 개체의 상태 천이를 위한 프리미티브 및 메시지를 나타낸 상태 천이도는 그림 5와 같다.

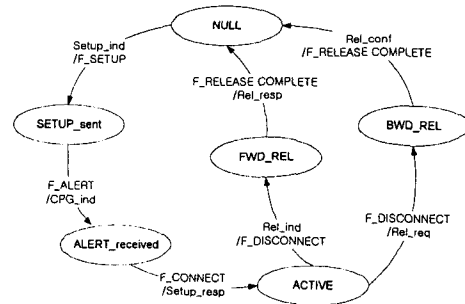


그림 5. 착신개체의 상태천이도(Incoming)

5. 망간 연동 프로토콜의 검증

프레임릴레이와 ATM망간의 연동 프로토콜을 페트리네트의 확장인 프레디카트/액션(predicate/action) 페트리네트를 이용하여 모델링하였고, 도달성 트리(reachability tree)를 이용해 유한성(boundedness) 및 데드락(deadlock)의 존재 여부 등 시스템의 일반적인 특성을 분석하였다.

5.1 호처리 연동 기능부를 위한 망간 연동 프로토콜 모델링

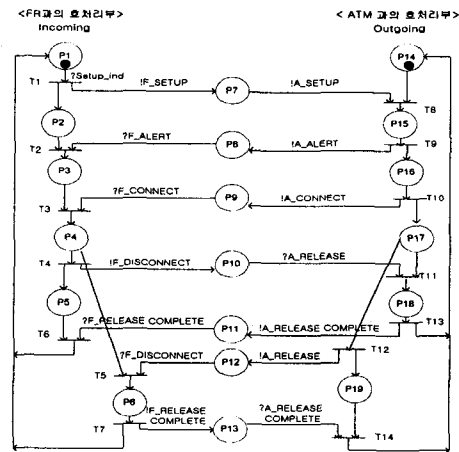


그림 6. 프레임릴레이 측에서 호 설정 요구시 IWF에서의 프로토콜 모델링

그림 6는 프레임릴레이 측에서 ATM 측으로 호 설정 요구시 IWF 내에서의 Incoming 개체와 Outgoing 개체의 연결을 모델링한 것이다.

장소 1, 14는 아직 연결이 설정되지 않은 상태이고, 장소 4, 17은 연결이 설정된 상태이다. 장소 2, 3, 15, 16은

연결을 설정하기 위한 과정이고, 장소 5, 6, 18, 19는 정상적으로 연결이 해제되는 과정을 나타낸다. 장소 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13은 토큰이 링크상에 존재할 때를 의미한다.

(2) 망간 연동 프로토콜의 검증

페트리네트의 도달성 트리를 이용해서 분석할 수 있는 특성은 다음과 같다.

· 도달성(Reachability) : 페트리네트의 초기상태 M_0 에서 임의의 상태 M 으로 변환시키는 정당한 점화순서(firing sequence)가 존재하면 상태 M 은 초기상태 M_0 으로부터 도달 가능하다고 한다.

· 생동성(Liveness) : 초기상태 M_0 에서 정당한 점화순서에 의해서 각 천이가 모두 점화가능하거나, 초기상태로부터 도달 가능한 모든 상태가 1개 이상의 점화가능한 천이를 갖는다면 이를 생동적이라고 한다. 이는 데드락과 관련이 있다.

· 제한성(Boundness) : 초기상태 M_0 로부터 도달가능한 모든 상태에 대하여 각 장소(place)가 최대 K 개의 토큰을 갖도록 하는 음이 아닌 정수 K 가 존재하면 이 페트리네트를 제한되었다고 하며, 특히 $K = 1$ 일때, 안전(safe)하다고 한다.

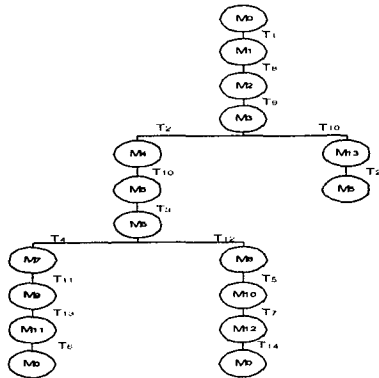


그림 7. IWF의 호 제어 응용 프로세스의 도달성 트리

그림 7은 프레임릴레이와 ATM간의 연동 구조상에서 IWF의 호제어 응용 프로세스의 프로토콜 모델을 도달성 트리로 나타낸 것이며, 그 특성을 분석하여 표 1에 나타내었다. 표 1에 나타낸 바와 같이 본 논문에서 설계한 프로토콜의 상태 천이 절차는 설계한 절차에 따라 각 상태로 천이 가능하며, 모든 페트리네트 모델의 표시상태 집합을 분석하면 토큰의 개수는 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.

따라서 이러한 페트리네트 모델의 특성은 본 논문에서 설계한 프로토콜의 상태 천이 절차가 에러 없이 완전함을 증명해주며, 프로토콜의 상태 천이가 설계된 절차에 의해 적절한 동작함을 증명해준다.

표 1. 각 페트리네트 모델의 특성

	프레임릴레이 측에서 호설정 요구시	ATM 측에서 호설정 요구시
도달성	모든 M에 도달 가능	모든 M에 도달 가능
제한성	1-bounded (safe)	1-bounded (safe)
생존성	Yes (항상 초기 상태로 천이 가능)	Yes (항상 초기 상태로 천이 가능)
Dead lock	없음	없음

6. 결 론

90년대 초부터 활발히 보급되어 온 프레임릴레이 기술은 ATM과 마찬가지로 연결형 데이터 전송서비스로서 ATM 프로토콜의 AAL-5 SSCS 기능에 프레임릴레이 핵심 부계층의 기능을 구현함으로써 쉽게 수용이 가능하기 때문에 이들의 연동에 관한 연구는 여러 표준화 기구를 통해서 지속적으로 수행되어 왔다.

본 논문에서는 데이터 전달을 위한 별도의 전달 경로 설정 및 해제 절차를 수행하지 않는 PVC(Permanent Virtual Channel)보다 통신망을 효율적으로 이용할 수 있는 방안으로서 SVC(Switched Virtual Channel) 기반의 제어평면 연동을 고려하여 프레임릴레이와 ATM간의 신호 연동을 중심으로 망간 연동 프로토콜을 설계하고 검증하였다. 또한 프레임릴레이와 ATM간의 연동 프로토콜의 구현에 대한 연구로서, 실제 ITU-T, Frame Relay Forum등의 권고안에 따라 메시지를 정의하고 각측의 상태 천이도를 도시하였을 뿐만 아니라, 프레디키트/액션(predicate/action) 네트를 사용하여 프로토콜을 모델링 하였으며 이를 통해서 얻은 도달성 트리를 통하여 연동기능부의 기능이 올바르게 수행됨을 검증하였다.

참 고 문 헌

- [1] 유지영, 박창수, " 프레임릴레이와 ATM의 연동," 텔레콤, pp.48-54, 1998.6.
- [2] 류형근 외, "ATM 테스트베드에서의 프레임릴레이 연동 구현," 정보통신연구, pp.911-915, 1998.
- [3] 박석천외 "B-ISDN으로의 진화/도입 방안 및 기존망과의 연동 방안 연구," 한국통신 연구과제 최종보고서, 1996.12.
- [4] "HAN/BISDN 접속표준 선행규격 HI.555," 한국전자통신연구원, 1997.5.
- [5] "HAN/BISDN 접속표준 선행규격 HQ.2727," 한국전자통신연구원, 1997.5.
- [6] "HAN/BISDN 접속표준 선행규격 HQ.2933," 한국전자통신연구원, 1997.5.
- [7] ITU Recommendation Q.2650, "DSS2/B-IS UP Interworking Recommendation," 1993.12.
- [8] FRF.4. "Frame Relay User to Network SVC Implimentation Agreement," 1994.6.
- [9] ITU Recommendation Q.2931, "B-ISDN User -Network Interface," 1994.9.