

ATM 네트워크에서 다자간 통신을 위한 다중점대 다중점 연결 제어에 관한 연구

정지훈, 한미숙

한국전자통신연구원 교환, 전송연구소
jhjeong@nice.etri.re.kr mshan@nice.etri.re.kr

A STUDY ON THE MP-2-MP CONNECTION CONTROL FOR THE MULTI-WAY COMMUNICATIONS IN ATM NETWORKS

Ji-Hoon JEONG and Mi-Sook HAN

Switching and Transmission Lab., ETRI

Abstract

The multimedia services like video-conferencing and interactive multimedia services require the support for the multipoint-to-multipoint connections from the networks. The routing and signaling protocols for supporting these connections in ATM networks have been a interesting topics in the Telecommunication standardization sector such as ATM-Forum. In this paper, we survey and discuss the various well-known switching algorithms for multi-way communication.

1. 서론

현존하는 네트워크에서 많은 멀티미디어 서비스들은 다자간 통신(multi-way communication)[1]을 필요로 하고 있다. 다자간 통신이란 화상 회의(video-conferencing)와 같은 다수의 송신 및 수신자들 사이의 정보 교환을 의미한다. 화상 회의의 각 세션은 세션 식별자(Session Identifier, SID)에 의해 구분되고 각 화상 회의 참가자들은 세션 제어 신호(session control signaling)를 통해 그 화상 회의 세션에 참가 또는 탈퇴가 이루어진다.

선대 다중점 통신을 효과적으로 구현하는 방법은 이 연결에 소속된 가입자들을 연결하는 링크를 이용하여 최소 비용의 멀티캐스팅 트리를 구성하는 방법이다. 멀티캐스팅 트리는 점대 다중점 연결에 참여한 가입자들을 연결하고, 이 연결된 형상을 이용하여 하나의 송신자로부터 모든 수신자들에게 사용자 정보가

전달된다. 이 트리의 생성, 소멸 및 유지 보수는 다중점대 다중점 연결의 라우팅과 시그널링 프로토콜의 일부분으로 적용된다.

다자간 통신의 각 세션은 하나 또는 그 이상의 연관된 멀티캐스팅 트리로 나타낼 수 있고, 임의의 세션에 의해 점유된 네트워크 자원의 양은 그 세션에 의해 유지되는 멀티캐스팅 트리의 수와 관련이 있다. 그러므로, 네트워크 내의 자원 이용 효율을 높이기 위해서는 임의의 세션이 단일 멀티캐스팅 트리로 구성되는 것이 효과적이다. 또한 이렇게 임의의 세션을 단일 멀티캐스팅 트리로 구성함으로써 세션 관리 기능을 단순화 할 수 있고, 다중점대 다중점 연결 구조의 확장성과 네트워크 자원 이용 효율을 높일 수 있다.

다중점대 다중점 연결의 일 예인 화상 회의의 특징을 보면 각 가입자들은 송신자와 수신자의 역할이 모두 주어져 있다. 따라서 임의의 세션의 각 가입자는 자신을 제외한 다른 모든 가입자에서 정보를 전송하고 다른 모든 가입자로부터 정보를 수신한다. 이때 수신자의 입장에서 보면 다른 모든 가입자들이 전송한 정보들은 수신 가입자의 링크에서 인터리브(interleave)됨을 알 수 있다.

인터넷에서는 다중점대 다중점 연결 세션이 IP 멀티캐스팅 그룹 번호에 의해 식별되고, 송신자로부터 생성된 각 IP 패킷은 각 수신자에서 독립적으로 라우팅된다. 이 경우 서로 다른 송신자로부터 발생된 패킷들은 네트워크 내의 병합점(merging point)에서 합쳐지고, 합쳐진 패킷들은 수신 가입자의 링크에서 인터리브된다. 그렇지만, 각 IP 패킷은 송신자와 수신자의

번호를 가지고 있으므로 수신자가 인터리브된 패킷들을 구분해낼 수 있다.

반면에 ATM 네트워크에서는 임의의 연결의 ATM 셀들은 그 헤더에 존재하는 VPI/VCI 값에 의해 식별되고, AAL에서는 수신된 ATM 셀의 VPI/VCI 정보를 이용하여 데이터의 재결합을 수행한다. 다중점대 다중점 연결 세션에서는 모든 송신자들이 전송한 셀들이 네트워크 내의 병합점에서 합쳐지고, 합쳐진 셀들은 수신 가입자의 링크에서 인터리브된다. ATM 네트워크는 인터넷과 달리 연결형 서비스이므로, 다수의 송신자로부터 보내진 ATM 셀들은 VPI/VCI에 의해 구분되지 않는다. 따라서 AAL에서 인터리브된 셀들로부터 데이터의 재결합을 정확하게 수행할 수 없다. 이 문제를 ATM 네트워크에서 다중점대 다중점 연결의 “송신자 식별 문제(sender identification problem)”라고 부른다.

본 논문에서는 현재까지 제안된 다중점대 다중점 연결 구성을 위한 다양한 스위칭 알고리즘들에 대해 논의하고, 각 알고리즘의 특성들을 비교하고자 한다.

2. 다자간 통신을 위한 스위칭 알고리즘

앞의 서론에서도 언급했듯이 ATM 네트워크에서는 다중점대 다중점 연결을 지원하기 위한 방법들이 정의되지 않았다. 따라서 최근에는 ATM 네트워크에서 직접 다중점대 다중점 연결을 제공하기 위한 방법들에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 이러한 연구의 방향은 크게 두가지로 이루어지고 있다. 그 한가지는 MARS[2] 구조를 이용하는 쪽이고, 다른 하나는 ARIS[3]와 같은 프로토콜을 연구하는 쪽이다.

또한 다중점대 다중점 연결을 제공하기 위한 스위칭 알고리즘은 ATM 셀의 인터리빙을 허용하느냐 하지 않느냐의 관점에서 두 가지로 나뉘어진다. 일반적으로 ATM 셀 인터리빙을 허용하는 스위칭 알고리즘은 다른 방법에 비해 빠르게 스위칭을 할 수 있고, ATM 셀 인터리빙을 허용하지 않는 방법은 연결의 트래픽 특성들이 바뀔 수 있다는 특징을 가지고 있다.

2.1 ATM 셀 인터리빙을 허용하는 알고리즘

2.1.1 다수의 점대 다중점 연결을 사용하는 방법

이 방법은 각 다중점대 다중점 연결 가입자들이 다른 모든 가입자들에게 단 방향 점대 다중점 연결을 설정하여 구성한다. 각 연결들은 ATM 스위치에서 유일한 연결 식별자인 VPI/VCI에 의해 구분되고, 각 가입자들에게 연결된다. 각 가입자들로부터 송신된 ATM 셀들은 자신을 제외

한 다른 가입자의 링크 상에서 모이게 되고, 이 셀들은 유일한 식별자인 VPI/VCI에 의해 구분된다. 이와 같은 방법을 이용한 다중점대 다중점 연결을 “VC 매쉬”라고 부르고 이는 MARS[2] 구조에 기반을 둔 방법이다.

이 방법은 현존하는 ATM 교환기를 그대로 사용할 수 있으며, 현존하는 교환기의 절대 다중점 연결 가능을 그대로 사용할 수 있는 장점이 있다. 또한 ATM 네트워크 상에서의 IP 멀티캐스트에서도 권고되는 방법이다. 이러한 구조를 갖는 스위칭 알고리즘은 ATM 셀 헤더의 VPI/VCI에 의해 각 연결들이 쉽게 구분되며, 각 멀티캐스팅 트리에 의해 한 가입자로부터 생성된 셀들이 모든 다른 가입자에게로 스위칭되므로 스위칭 속도가 빠르다는 장점을 가진다.

그렇지만, 다수개의 멀티캐스팅 트리가 하나의 다자간 통신에 사용되므로 임의의 다중점대 다중점 연결 세션과 멀티캐스팅 트리들 사이의 연관 관계를 관리하기 위한 세션 제어 기능이 필요하게 된다. MARS 구조에서는 IP 멀티캐스팅 패킷과 멀티캐스팅 트리 사이의 번호 해결(address resolution)이 MARS에 의해 수행된다.

이 방법의 최대 단점으로는 연결 관리가 복잡함에 있다. 새로운 가입자가 현재 존재하는 세션에 가입하고자 할 때 새로운 점대 다중점 연결을 현재 세션에 가입된 모든 가입자들에게 설정해야 하고, 현재 가입된 모든 가입자들의 멀티캐스팅 트리에 새로운 가입자를 새로운 리프 파티로 연결해야 한다. 반면에 임의의 세션 가입자가 세션으로부터 탈퇴하고자 할 경우 그 세션에 남아있는 모든 가입자들은 탈퇴하는 가입자를 각각 자신의 멀티캐스팅 트리에서 삭제해야 하고, 탈퇴하고자 하는 가입자의 멀티캐스팅 트리를 삭제해야 한다. 또한 다중점대 다중점 연결에 관여한 모든 ATM 교환기는 각 멀티캐스팅 트리와 세션 사이의 관계를 유지하고 있어야 하며, 동적으로 가입자의 가입 탈퇴 정보를 갱신해야 한다. 따라서 이 방법은 임의의 세션에 가입자의 수가 많을 경우 확장성이 용이하지 못하고, 하나의 세션이 다수개의 멀티캐스팅 트리를 가지므로 인하여 네트워크 자원 사용이 비효율적이다.

2.1.2 AAL 3/4를 이용하는 방법

이 방법은 AAL에 일반적으로 쓰이는 AAL 5 대신 비 실시간 데이터 처리를 위해 정의된 AAL 3/4를 사용한다. 다자간 통신을 지원하기

위하여 임의의 세션에 속한 모든 ATM 셀들은 임의의 링크상에서 똑같은 VPI/VCI 를 갖는다. 수신측의 AAL 3/4 의 SAR-PDU 는 송신자가 다른 경우 서로 다른 다중화 번호(Multiplex Identifier, MID)를 가지고 있으며, 이를 이용하여 각 송신자들을 구분할 수 있다. 다자간 통신 세션에 속한 각 가입자들은 10 비트의 MID 값을 유일하게 사용하고, 수신자의 AAL 3/4 는 인터리빙된 셀들을 MID 펠드의 값을 이용하여 정확하게 ATM 셀들을 SAR-PDU 로 재조립하게 된다.

이 방법의 장점은 ITU-T 나 ATM-Forum 에서 이미 표준화된 AAL 3/4 를 사용한다는 점이다. 단지 추가적으로 필요한 것은 다자간 통신 세션에 속한 가입자들이 유일한 MID 값을 할당 받아 사용해야 한다. 따라서 이 방법을 사용함으로써 스위칭 속도 및 수행을 빠르게 진행할 수 있을 뿐만 아니라 세션 제어 방법도 간단해진다.

반면에 단점으로는 AAL 3/4 가 너무 복잡한 구조를 가지고 있어 연결형 서비스에 부적합하다는 점이다. 또한 현재 대다수의 ATM 교환기가 AAL 3/4 가 아닌 AAL 5 를 수용하고 있으므로 기존의 ATM 교환기와의 호환성에 다소 문제가 있다.

2.1.3 VP 병합을 사용하는 방법

이 방법은 다자간 통신을 위해서 각 ATM 스위치에서는 VP 스위칭만을 수행한다. ATM 셀의 VPI 펠드는 ATM 셀들을 스위칭하는데 사용하고, VCI 펠드는 세션에 속한 각 송신자를 구분하는데 사용한다. 따라서 임의의 세션에 속한 ATM 셀들은 각 ATM 교환기에서 모두 똑같은 VPI 값을 사용하고, 이에 따라 세션 식별자(SID)와 VPI 값 사이의 관계가 간단히 대응된다.

이 방법의 장점은 현재 대부분의 ATM 교환기에서 구현이 되어있다는 것이다. 단지 추가적으로 다자간 통신 세션에 속한 가입자들은 유일한 VCI 값을 할당 받아 사용해야 한다.

그렇지만, 이 방법은 다자간 통신 세션이 하나의 VP 를 통째로 사용하기 때문에 VP 공간의 낭비가 심하여 다른 종류의 호/연결에 영향을 끼칠 수 있다. 만약 임의의 ATM 교환기에 다수개의 다자간 통신 연결이 이루어진 경우 네트워크의 자원들은 가용할 지라도 VP 공간이 모두 소비되어 다른 종류의 연결이 기각될 수도 있다.

2.2 ATM 셀 인터리빙을 허용하지 않는 알고리즘

2.2.1 SEAM 을 이용하는 방법

SEAM(Simple Efficient ATM Multicasting)[4]은 다수의 가입자로 구성된 멀티캐스팅 그룹 당 하나의 VC 를 사용한다. 이와 같은 구조는 확장성이 용이한 구조이다. 또한 다수개의 입력 VC 들을 하나 또는 그 이상의 출력 VC 로 대응시킬 수 있는 “cut-through forwarding”이라 불리는 스위칭 특성을 가지고 있다.

이 방법을 사용함으로써 ATM 교환기는 다수 개의 입력 VC 들로부터 들어오는 ATM 셀들을 교환기의 버퍼 영역에 저장한 후 이 ATM 셀들이 인터리브 되지 않도록 병합하여 출력 VC 로 내보낸다. 이 병합 점에서는 AAL 을 거치지 않고 ATM 계층에서 셀 병합이 이루어지며, AAL 을 거치지 않으므로 정보 재결합(reassembly)도 발생되지 않는다. 따라서 이 방법은 스위칭 속도가 빠르고, 임의의 세션 당 하나의 멀티캐스팅 트리가 유지되므로 세션 및 연결 관리가 간단하다는 장점을 가지고 있다.

반면에 이 방법은 ATM 교환기가 많은 양의 버퍼를 가져야 한다는 단점이 있다. ATM 교환기의 버퍼는 다수의 송신자로부터 입력되는 셀들을 저장하는데 사용된다. 따라서 ATM 스위치 및 교환기 설계가 복잡해지고 스위칭 속도가 느려지게 된다. 또한 현존하는 ATM 교환기와의 호환성도 문제가 된다.

2.2.2 Multicasting Server(MCS)를 이용하는 방법

이 방법은 ATM 셀 전송을 위한 멀티캐스팅 서버(MCS)라는 특별한 장치를 ATM 교환기에 붙인다. 각 가입자들은 자신과 MCS 사이에 점대점 연결을 설정하고 MCS 에게 ATM 셀을 전송한다. MCS 에 도착한 각 ATM 셀들은 병합되고, 병합된 셀들은 MCS 와 각 가입자들 사이에 점대 다중점 연결을 통해 전송된다. 이 방법은 MARS 모델에서 ATM 을 통한 IP 멀티캐스팅(IP multicasting over ATM)[2]에서 사용된다.

이 방법의 장점으로는 현존하는 ATM 교환기에 이미 구현되어 있는 점대점 및 점대 다중점 연결을 사용하여 다자간 통신을 구현한다는 점이다. 만일 새로운 가입자가 임의의 다자간 통신에 참여하고자 할 경우 이 새로운 가입자가 자신과 MCS 사이에 점대점 연결을 설정하여 사용자 정보를 전송하면, MCS 는 그 가입자와 MCS 사이에 점대 다중점 연결만을 설정함으로써 새

롭게 갱신된 세션이 이루어진다.

반면에 단점으로는 MCS가 중앙 집중화 되어 있으므로 부하가 심하게 걸린다는 점이다. 이를 극복하기 위하여 MCS를 분산화 하여 구성한다면 MCS를 사이의 세션 관리 기능이 추가적으로 필요하게 된다. 또한 이 방법은 같은 망크상에 하나 이상의 ATM 셀이 전송되므로 불필요한 네트워크 자원을 많이 사용하여 효율성이 떨어지게 된다.

2.2.3 Shared Many-to-Many ATM Reservation (SMART)을 이용하는 방법

이 방법은 토큰 운영 방식에 기반을 두고 운용된다. 각 송신자들은 ATM 셀을 전송하기 전에 토큰을 획득하여야 한다. 토큰을 획득한 송신자는 최소한 하나 이상의 ATM 셀을 토큰을 반납하기 전에 보내야 한다. 따라서 하나의 VC 당 하나의 토큰만을 운용함으로써 다수의 송신자들이 같은 VC 상에 연속적으로 섞여진 셀을 전송하지 못하도록 방지한다.

이 방법의 장점은 특정 VC에 연속적으로 다수의 송신자가 ATM 셀을 전송하는 것을 방지함으로써 ATM 셀 인터리빙이 발생하지 않는다는 점이다. 또한 하나의 세션 당 하나의 트리가 사용되므로 세션 및 연결 관리 기능이 간단해진다.

반면에 이 방법은 인의의 세션에 소수의 가입자만이 참가하였을 때는 별로 문제가 발생하지 않으나 다수의 가입자가 인의의 세션에 소속된 경우는 토큰을 요구하고 획득하는데 걸리는 시간이 많이 걸린다는 문제점을 내포하고 있다. 따라서 부하가 심한 네트워크에서는 자원의 이용율이 점점 더 떨어지게 된다. 또한 토큰 운영 방식의 프로토콜이 현존하는 모든 교환기 상에 구현되어있지 않으므로 호환성의 문제도 발생된다.

3. 스위칭 알고리즘간의 특성 비교

앞의 2 절에서 살펴본 바와 같이 ATM 네트워크에서 다자간 통신을 지원하기 위해서는 많은 부분의 부가적인 능력이 필요하고, 자체적으로 다자간 통신을 지원하는 프로토콜이 존재하지 않음을 알았다.

일반적으로, 셀 인터리빙을 허용하는 방법은 빠른 스위칭 속도를 유지할 수 있으며, 이를 허용하지 않는 방법들은 기존의 ATM 교환기와의 호환이 되지 않는 문제점들을 알 수 있다. 다음 표 1은 각 스위치 알고리즘의 특성을 표시한 것이다.

표 1. 각 스위칭 알고리즘의 비교

알고리즘	장점	단점
2.1.1	빠른 속도, 현존하는 네트워크 기능 사용 가능	연결 및 세션 관리 기능 복잡, 자원 비효율적 사용
2.1.2	현존하는 AAL3/4 사용, 빠른 속도, 채어가 간단	AAL 3/4 의 구현 복잡도, 기존 교환기와의 호환성
2.1.3	빠른 스위칭 속도, 간단한 세션 및 연결 제어	VP 사용 공간 낭비, 다른 서비스에 영향을 줄
2.2.1	빠른 스위칭 속도, 간단한 세션 및 연결 제어	많은 버퍼 필요, 기존 교환기와의 호환성
2.2.2	현존하는 네트워크 기능 사용 가능	중앙 집중화된 MCS의 과부하, 자원 사용 비효율
2.2.3	세션 및 연결 관리가 간단, 소수 가입자 효율적	다수의 가입자가 사용할 경우 자원 이용률 감소

4. 결론

앞에서 살펴본 바와 같이 ATM 네트워크에서 다자간의 통신을 지원하기 위한 여러 가지 방법들에 대하여 알아보았다.

이를 통하여 ATM 네트워크에서 다자가 통신을 지원하기 위해서는 다중점대 다중점 연결을 네트워크 차원에서 지원해야 하고, 다음과 같은 목표를 만족하는 방법이 필요함을 알았다.

ATM 네트워크에서 다자가 통신을 지원하기 위해서는 빠른 스위칭 알고리즘이 필요하고, 세션 제어 기능이 간단해야 한다. 기존의 ATM 교환기와 완벽한 호환성을 가지고 운용될 수 있어야 하고, 효율적인 자원 관리 능력이 요구된다. 또한, 다자간 통신에 참여한 가입자 수에 상관없이 운용이 가능한 확장성을 가져야 한다. 이와 같은 내용을 바탕으로 ATM 네트워크 자체적으로 다자간 통신을 실현하기 위한 효율적이 방법들에 대한 연구가 더 필요하다.

참고 문헌

- [1] R. Venkateswaran and et al., "Support for Multiway Communications in ATM Networks", ATM-Forum draft 97-0316, 1997.
- [2] G. Armitage, "Support for Multicast over UNI 3.0/3.1 based ATM Network", RFC2022, NWG, IETF, 1996.
- [3] Woundy R and et al., "ARIS: Aggregate Route-Based IP Switching", Internet Draft, 1996.
- [4] M. Grossglauser and et al., "SEAM: A Scheme for Scalable and Efficient ATM Multipoint-to-Multipoint Communication", ATM-Forum draft 96-1142, 1996.