

유무선 환경에서의 확장성을 고려한 다중코어기반 ATM 멀티캐스트 서비스 방안연구

김 원태, 박 용진
한양대학교 전자공학과 네트워크 컴퓨팅 연구실

SM²A : A Scalable Multiple Core-Based Tree Multicast Architecture for Wired/Wireless ATM Networks

Won-Tae Kitt, Yong-Jin Park
Dept. of Electronic Engineering, Hanyang University

본 논문은 유무선환경에서 ATM 멀티캐스트 서비스를 제공하기 위한 방안으로서 SM²A를 제안한다. 기존의 ATM 멀티캐스트 서비스는 ATM 자체의 제약으로 멀티캐스트 서비스가 제한적이며 비효율적이다. 한편, ATM의 중요한 응용으로서 인터넷서비스를 심각하게 고려해야 하는데 SM²A는 특히 인터넷서비스를 제공하는데 적합한 구조를 갖도록 설계되었다. SM²A는 기본적으로 양방향성 공유트리방식인 CBT(Core Based Tree) 구조를 갖되 각 지역망(Regional Network)에서 자체적인 코어스위치(Core Switch)를 보유함으로써 결과적으로 다중코어 구조를 갖는다. 각 지역망을 잇기 위하여 PNNI 프로토콜을 이용하며 PGL(Peer Group Leader)에 가상루트(Virtual Root) 및 가상리프(Virtual Leaf)의 개념을 새로이 도입한다. 멀티캐스트 통신의 경우 가장 문제되는 것이 셀켜워닝기(Interleaving) 문제인데, SM²A에서는 ITU-T 표준 ATC(ATM Transfer Capability)인 ABT/IT(ATM Block Transfer/Immediate Transmission)를 이용한 새로운 개념의 해법을 제시한다.

1 Introduction

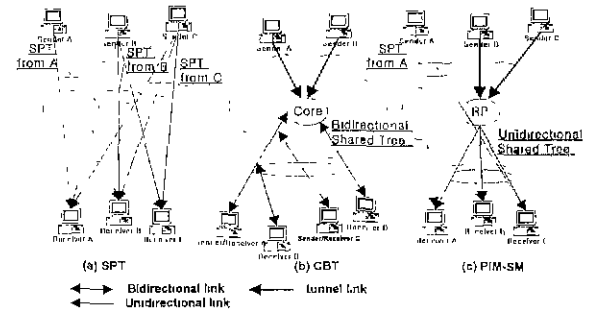
ATM은 이미 공중망 및 사설망에 많이 활용되고 있으며 차세대 인터넷의 기반구조로 활용될 전망이다. 이는 ATM이 하드웨어적인 고속 스위칭기능과 뛰어난 멀티플렉싱(Multiplexing) 기능으로 그 성능을 인정받고 있기 때문이나, 한편 인터넷이 갖는 유연성과 멀티캐스트 기능을 제공하기에는 부적합한 면이 제시되었다. 멀티캐스트 기능은 다양한 형태의 멀티캐스트 응용서비스를 제공할 수 있어야 하는데 이러한 서비스로는 고전직인 원격강의나 화상회의로부터 좀 더 진보적인 네트워크게임, 네트워크 매스미디어 및 전쟁 시뮬레이션 등이 있다. 따라서 점차 멀티캐스트 응용서비스들도 광역화(global scale), 광대역화(high bandwidth), 대그룹화(large group)를 지향하며 발전하고 있다.

ATM UNI3.x 및 UNI4.0 표준[9]에서는 ATM 멀티캐스트를 지원하는 표준이 제정되어 있다. 그러나, 이는 단지 사용자 인터페이스일 뿐이며, 네트워크 차원에서의 멀티캐스트를 의미하지는 않는다. 네트워크 차원에서의 멀티캐스트란 송신자로부터 들어온 데이터를 여러 수신자들에게 동일하게 전송하되 송신자는 단 한번 데이터 전송을 하민 이를 네트워크에서 구성된 멀티캐스트 트리를 따라 가입되어 있는 수신자들에게 중간 가지노드(branch node)에서 데이터를 복제해가며 전송하는 것을 말한다. 따라서, 송신자측이나 네트워크에서는 가장 효율적으로 데이터를 전송할 수 있으며, 수신자는 이에 대해 투명할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 네트워크 차원에서의 멀티캐스트를 제공하기 위한 방안으로서 SM²A를 제안한다. 2장에서는 인터넷과 ATM에서의 멀티캐스트 관련연구를 기술하며, 3장에서는 SM²A의 개념에 대해, 4장에서는 결

론 및 향후 연구과제를 제시한다.

2 Related Works

ATM 멀티캐스트 관련연구를 기술하기에 앞서 인터넷에서의 멀티캐스트 연구에 대해 그림 1에 도시한다.



[그림 1] 인터넷 멀티캐스트 방식

인터넷 멀티캐스트는 크게 2개의 범주로 대별될 수 있다. 그림 1.(a)의 SPT(Shortest Path Tree)방식[1][2]과 그림 1.(b),(c)의 SHT(Shared Tree)방식[3][4][5]이며, 전자는 각 수신자를 멀티캐스트 트리의 루트로 하여 모든 수신자까지 최단경로의 다중 트리가 구성되고 후자는 모든 수신자가 중앙의 코어라우터를 공유하여 모든 수신자로 데이터를 보내는 구조이며 단하나의 공유트리가 구성된다. (b)와 (c)의 차이로 (b)는 양방향성트리가 구성되는데 반해, (c)는 단방향성트리아며 특히 높은 트래픽으로 보내는 송신자에게는 트리 스위칭이라는 기법을 통해 독자적인 SPT를 구성하도록 하므로써 공유트리의 부하를 줄

이 는 방 식 을 채 택 하 고 있 다

지 금 까 지 연 구 된 대 표 적 인 ATM 멀 티 캐 스투 방 식 들 을 아 래 표 1 에 요 약 정 리 한 다

방 식	요 약
MCS	Multicast Server 를 경 유 하 는 방 식
SEAM	CBT 와 거 의 유 사 한 양 방 향 성 트 리 구 성
SMART	Token passing 방 식 으 로 송 신 권 제 이
MVPC	멀 티 캐 스투 가 상 경 로 를 이 용, VCI 로 송 신 자 구 별
Sub-channel Mechanism	멀 티 캐 스투 가 상 체 널 을 이 용, GFC 로 송 신 자 구 별
VC Mesh	N 개 의 소 스 로 부 터 N 개 의 VC 트 리 구 성
AAL 3/4	AAL3/4 의 MID(Multiplex ID) 를 이 용

[표 1] 기 존 ATM 멀 티 캐 스투 제 공 방 안 요 약

표 1 에 서 보 인 바 와 같 이 몇 가 지 ATM 멀 티 캐 스투 방 안 이 제 안 되 었 다. 그 리 나, 이 들 은 사 소 한 몇 가 지 단 점 들 외 에 특 히 확 장 성 에 있 어 서 치 명 적 인 문 제 점 을 가 지 고 있 다.

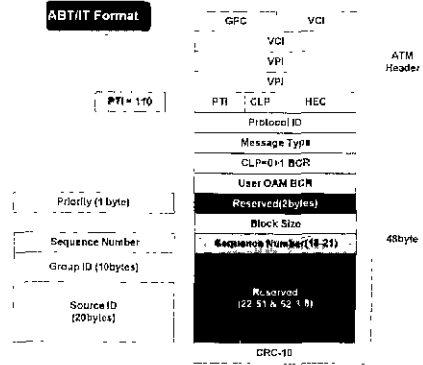
첫 째, MCS[8] 는 모 든 데 이 터 가 하 나 의 멀 티 캐 스투 서 버 (MCS) 로 집 중 된 다 는 점 은 CBT 방 식 과 유 사 하 나, AAL 계 층 에 서 의 계 결 합 단 계 를 빈 드 시 거 처 야 하 므 로 MCS 에 서 병 목 이 발 생 한 다 들 제, SEAM 방 식[6] 은 CBT 의 문 제 점 인 suboptimal path problem 이 동 일 하 게 발 생 한 다 그 러 나, CBT 의 core 및 공 유 트 리 에 의 병 목 발 생 은 ATM 계 층 에 서 의 cell 처 리 로 해 결 되 었 다. 셋 째 SMART[7] 는 각 그 룰 멤 비 들 간 에 token 을 주 고 받 으 면 서 전 송 권 을 제 어 한 다 그 러 나 네 트 워 크 가 커 짐 에 따 라 전 송 권 제 어 에 따 른 전 제 적 전 송 지 연 이 커 지 게 된 다 넷 째, MVPC (Multicast Virtual Path Connection) 방 식 은 멀 티 캐 스투 트 리 를 VP 로 구 성 하 고 각 송 신 자 를 루 트 로 하 는 트 리 는 VP 내 VC 으 로 구 성 하 므 로써 가 장 효 율 적 인 멀 티 캐 스투 방 식 을 제 공 한 다 그 러 나, VP 를 제 어 해 야 하 므 로 사 실 명 인 경 우 가 능 하 나 공 중 망 으 로 확 장 하 는 경 우 문 제 가 발 생 한 다. 다섯 째, Sub-channel mechanism 의 경 우, interlaving 문 제 를 해 결 하 기 위 해 전 송 지 연 에 고 유 한 ID 를 할 당 한 다. 이 때, 이 ID 는 ATM header 의 GFC 에 할 당 된 다 그 러 나 이 방 식 의 문 제 점 은 GFC 가 4bit 이 기 때 문 에 단 지 16 개 의 sender 만 을 구 별 할 수 있 으 며 ID 를 서 로 구 별 할 수 있 도 록 별 도 의 메 커 니 즘 이 요 구 된 다 이 셋 째, VC Mesh 는 트 리 를 구 성 하 기 위 해 각 스 위 치 에 서 가 져 야 할 트 리 정 보 가 O(N) 으 로 확 장 하 기 때 문 에 좋 지 않 다. 일곱 째, AAL3/4 의 MID 를 이 용 하 는 방 식 은 10bit MID 로 각 소 스 를 구 별 하 여 interlaving 문 제 를 해 결 하 나, AAL3/4 자 체 가 잘 쓰 이 지 않 기 때 문 에 역 시 확 장 성 이 없 다.

3 SM²A Overview

3.1 Interleaving Solution

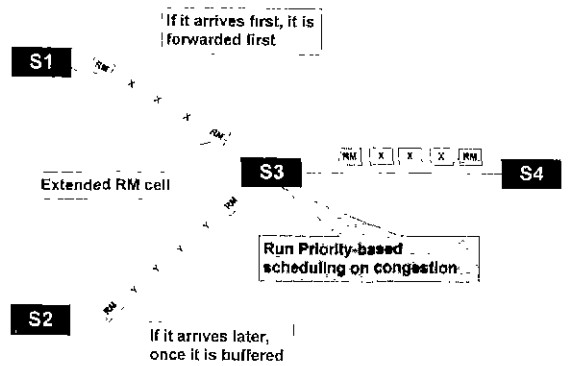
유 선 망 에 서 먼 저, Interlaving 문 제 를 해 결 하 고 무 선 망 으 로 확 장 하 였 을 때 안 정 적 인 데 이 터 전 송 을 보 장 하 기 위 한 방 안 으 로 그림 2 와 같 이 ATM ATC 중 블 록 단 위 전 송 을 제 공 하 는 ABT/TT[11] 의 RM(Resource Management) cell 을 제 정 하 였 다 물 론, 이 미 표 준 으 로 제 안 된 부 분 을 수 정 할 수 는 없 으 며,

reserved field 를 이 용 하 였 다 AAL 계 층 의 segment, 즉 인 터 넷 서 비 스 인 경 우 IP packet, 는 제 정 되 는 RM cell 이 앞 과 뒤 에 붙 게 되 므 로 하 나 의 블 록 을 형 성 하 고 이 단 위 로 각 스 위 치 에 서 는 블 록 데 이 터 를 전 송 한 다 이 러 한 블 록 단 위 의 Interleaving 방 식 을 그림 3 에 도 시 한 다 이 때, 가 정 해 야 할 조 건 은 각 스 위 치 는 EPD(Early Packet Discard) 와 VC 단 위 의 buffering 을 제 공 할 수 있 다 는 점 이 다 그 러 나, 최 근 개 발 되 는 대 부 분 의 ATM 스 위 치 에 서 는 이 기 능 을 제 공 하 므 로 가 정 은 유효 하 다.



[그림 2] 수 정 된 ABT/IT 의 RM cell format

그림 2 의 priority field 는 블 록 의 priority level 에 따 라 각 스 위 치 에 서 는 전 송 우 선 순 위 를 제 스 케 줄 링 하 도 록 한 다 즉, Priority-based Non-Preemptive Block Scheduling 을 각 스 위 치 에 서 는 수 행 하 므 로써, 같 은 IP packet 이 라 도 그 상 위 프로 토 콜 의 중 요 도 에 따 리 전 송 서 비 스 의 차 별 화 를 얻 도 록 설 계 했 다.

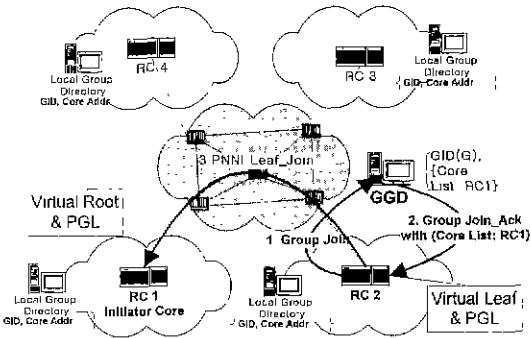


[그림 3] Block interleaving Mechanism

3.2 SM²A Architecture

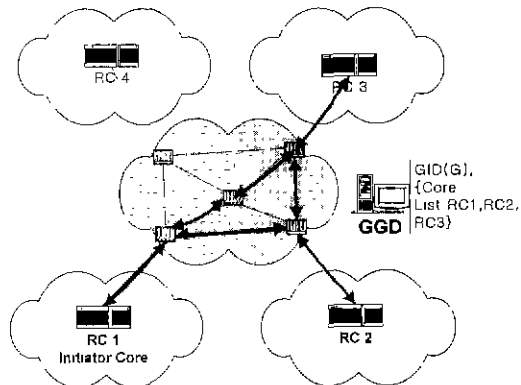
전 제 적 인 SM²A 의 구 조 를 그림 4 에 도 시 하 였 다 각 지 역 망 혹 은 stub network 에 는 각 각 하 나 의 LGD(Local Group Directory) 가 존 재 하 며 이 들 은 자 신 의 지 역 망 내 의 GID 와 코 어 스 위 치 의 위 치 를 관 리 하 여 다 른 스 위 치 로 부 터 의 코 어 에 대 한 질 의 에 응 답 한 다 그 리 고 전 제 적 인 코 어 리 스투 의 관 리 는 중 앙 의 GGD(Global Group Directory) 가 담 당 하 며 여기 에 는 GID

와 모든 Core 의 list 가 관리되어 지역망간 연결을 위해 사용된다. 그림 3 에서 약간 어두운 부분이 전송망(transit network) 혹은 공중망이라고 볼 수 있고, 공중망을 통해 각 지역망들이 연동되고 있다. 각 지역망 내에는 멀티캐스트 그룹에 대해 하나의 Core 가 존재하며 이 코어스위치를 중심으로 그림 1 의 CBT 방식으로 양방향성 공유트리가 구성된다. 이 트리를 통해 각 지역망 내에서는 ATM 멀티캐스트 통신이 이루어진다.



[그림 4] Network Topology of SM²A

한편, 지역망간의 연동은 다음과 같다. 그림 4 에서 보이는 바와 같이, RC1 의 지역망이 처음 그룹을 형성한 망이고 그 그룹을 담당하는 코어가 RC1 이라고 가정하면, 지역망 1 의 LGD 는 RC1 의 주소와 GID 를 GGD 에 등록한다. 이 때, 지역망 2 에서도 해당 그룹이 형성되었기 때문에 지역망 2 의 LGD 도 GGD 에 RC2 의 주소를 등록한다. RC2 는 최초의 GROU_JOIN 메시지를 받은 순간, GGD 에 질의를 던지고 현재 해당 그룹에 가입된 Core Switch 의 주소를 결과로 받게 된다. 이 시점에서 등록된 RC 는 RC1 과 RC2 이다. 따라서, RC2 는 RC1 에게 PNNI.0 Leaf Join message 를 전송한다. 이때, RC2 는 지역망의 PGL 이며 동시에 지역망 2 를 대표하는 Virtual Leaf 가 된다. 반대로 RC1 는 Virtual Root 가 된다. 이렇게 전송된 메시지는 PNNI 라우팅[10]에 의해 RC1 까지 전송되어 처리를 거친 후 하나의 양방향성 VCC 이 형성된다.



[그림 5] 최종적인 멀티캐스트트리 구성도

RC3 까지 가입된 경우의 공유트리틀. 그림 5 에 보인다 만일, 전송망이 양방향성 트리를 구성할 수 없는 망, 즉, Non-SM²A

망이라면 전송망 내에서는 각 코어들간 매쉬(Mesh) 형태의 연결이 형성될 것이며, 이는 각 지역망에서는 전혀 영향을 받지 않고 단지 전송망에서의 트래픽만이 증가하는 결과를 갖게 된다. 그러나, 지역망의 멀티캐스트 방식을 공중망과 분리시켜 고려하므로써 공중망에 대한 투명성을 얻게 된다.

정리하면, 기존의 CBT 기반의 멀티캐스트 방식이 갖는 비최적경로문제(sub-optimal path problem)을 어느 정도 해결하였으며, 시스템 전체적인 reliability 를 높였다. 다시말해, 어느 하나의 지역망이나 RC 가 동작하지 않는 경우에도 다른 지역망들은 안정적으로 동작한다. 공중망에 투명하므로 SM²A 지역망은 GGD 와의 상호작용을 통해 같은 그룹에 속한 지역망과 쉽게 연동할 수 있다.

4 Conclusion

SM²A 는 분산된 형태의 코어기반 멀티캐스트 구조를 지향하므로써 기존의 ATM 멀티캐스트 방식이 갖는 단점인 확장성을 크게 높였고, Interleaving 문제를 새로운 방식을 적용하여 해결하였다. 특히, SM²A 스위치에서 우선순위가 기반의 멀티캐스트 스케줄링을 수행하므로써 인터넷 트래픽을 효과적으로 전송할 수 있는 방식을 제공한다. 그리고, CBT 방식이 갖는 비최적경로문제를 해결했다. 현재 진행되고 있는 사항으로는 OPNET 네트워크 시뮬레이터로 검증작업을 하고 있으며, 무선환경에서의 안정적인 멀티캐스트 데이터 전송에 관한 연구를 병행하고 있다.

참고문헌

- [1] D. Wazman, S. Deering and C. Patridge, "Distance Vector Multicast Routing Protocol," RFC875, Nov. 1988.
- [2] J. Moy, "MOSPSP Analysis and Experience," RFC1584, Mar. 1994.
- [3] Stephen Deering, "The PIM Architecture for Wide Area Multicast Routing," IEEE/ACM transactions on Networking, April. 1996.
- [4] A. Ballardie, "Core Based Trees (CBT) Multicast Routing Architecture," RFC2201, Sept. 1997.
- [5] A. Ballardie, "Core Based Trees (CBT version2) Multicast Routing -Protocol Spec," RFC2189, Sept. 1997.
- [6] Matthias Grossglaube, et al., "SEAM: Scalable and Efficient ATM Multicast",
- [7] Eric Gauthier, et al., "SMART: A Many-to-many Multicast Protocol for ATM", IEEE JSAC Vol 15 No 3, April 1997.
- [8] Yong Xie, et al., "Multicasting over ATM Using Connection Server"
- [9] Paradeep Samudra, "UNI signaling 4.0", ATM-Forum/95-1434R14 July. 1996.
- [10] Jason Jeffords, "private Network-Network Interface(PNNI) v2.0 specification", ATM-Forum BTD-PNNI-0.200.
- [11] "Traffic control and congestion control in B-ISDN", ITU-T Recommendation I.371.