

공유메모리형 멀티캐스트 ATM 스위치의 성능 개선

최종길, 최영복
동명정보대학교 정보통신공학과
e-mail : jon321@hanmail.net

Improving Performance of a Multicast ATM Switch Using Shared Memory

Jong Kil Choi, Young Bok Choi
Dept. of Information and Communication Eng.,
Tongmyong University of Information Technology

요 약

본 논문에서는 HOL 블록킹 현상과 데드락을 줄이기 위해 공유 메모리 스위치를 이용하고 셀에 형태에 따라 유니캐스트 셀과 멀티캐스트 셀을 따로 저장하는 방법을 이용하여 셀의 부하를 줄이는 멀티캐스트 ATM 스위치를 제안한다. 그리고, 트래픽 셀의 손실을 줄이고, 효과적으로 출력하기 위해 제어부에서 출력 포트에 따라 스케줄링하는 기법을 택하였다. 제안한 스위치의 성능을 시뮬레이션을 통해 그 유효성을 보였다.

1. 서론

광대역 종합통신망(B-ISDN: Broad Integrated Services Digital Networks)은 HDTV, VOD, 온라인 화상회의, 고속 데이터 통신 등의 광범위한 서비스를 지원해야 한다. ATM(Asynchronous Transfer Mode)은 이러한 서비스를 효과적으로 지원하는 전송방식으로 1987년 ITU-T에 의해 채택되었다. ATM 스위치는 원격 영상회의, 분산 데이터 처리 등의 네트워크 응용분야에 요구되어지는 멀티캐스트 연결을 유동성 있게 제공하여야 한다. ATM 망의 멀티캐스트 기능은 하나의 발신측에서 동시에 다수의 목적지로 동시에 전송하는 것이다.[1,6]

멀티캐스트 ATM 스위치는 이미 많은 연구가 이루어져 있으나 가장 큰 문제점은 유니캐스트 셀과 멀티캐스트 셀을 복사망에 함께 전송시킴으로써 유니캐스트 셀에 추가적인 부하가 발생하고 또,

멀티캐스트 셀이 다른 셀과 충돌하여 셀이 손실되는 데드락 현상[2]이 발생한다. 이러한 멀티캐스트 셀의 손실은 결국 멀티캐스트 셀 복사 수만큼의 손실을 초래하여 스위치의 성능을 현저히 감소시키게 된다[7]. 따라서 이러한 데드락 현상을 줄이기 위해 다양한 복사망과 라우팅 알고리즘이 제안되었다.[3-5]

본 논문은 우선 순위 제어에 유리한 공유 메모리를 유니캐스트와 멀티캐스트 셀을 따로 저장하는 분산 처리 방법을 사용하였고, 출력은 저장된 셀이 원하는 출력 포트에 따라 출력 시키는 출력 스케줄링 기법을 이용하여 스위치의 성능을 향상시켰다. 그리고 제안한 스위치의 성능을 분석하기 위해 베르누이 분포의 셀을 발생시키고 C언어를 이용한 시뮬레이션기법으로 성능을 평가하였다.

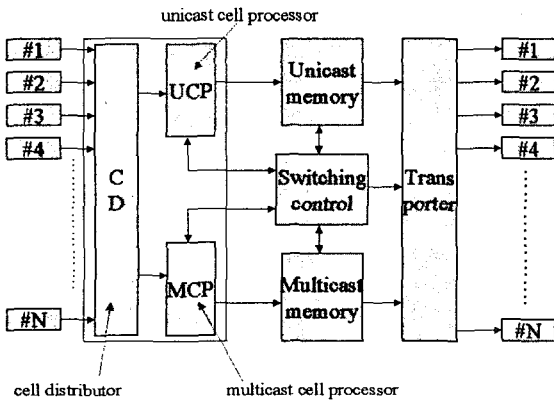
2. 제안한 멀티캐스트 ATM 스위치

1) 스위치의 구조

스위치의 구조를 기본 구조와 세부구조로 나누어 설명한다.

① 스위치의 기본구조

그림 1은 제안한 스위치의 기본 구조이다. 스위치는 크게 셀 분리 및 저장부(CD, UCP, MCP, UM, MM) 스위치 제어부(Switching control), 그리고 출력부(transporter)로 나뉜다



< 그림 1 제안한 스위치의 기본 구조 >

② 스위치의 세부구조

셀의 형태에 따라 유니캐스트 메모리와 멀티캐스트 메모리에 저장하고 셀의 정보를 스위치 제어부에 알려준다

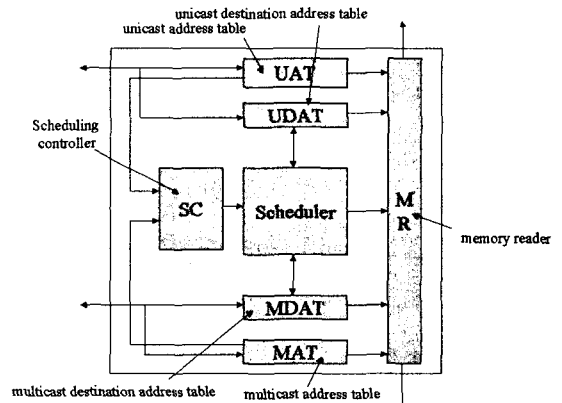
가. 셀 저장 및 분리부

- A. CD(cell distributor) : 셀의 형태에 따라 유니캐스트와 멀티캐스트 셀로 분리하여 UCP 나 MCP 로 셀을 보낸다.
- B. UCP(unicast cell processor) : 셀을 유니캐스트 메모리에 저장하고, 저장한 셀의 메모리 저장 주소 및 출력 포트를 스위치 제어부에 알려준다.
- C. MCP(multicast cell processor) : 스위치 제어부의 부하를 줄이기 위해 셀을 원하는 복사 수만큼 복사하여 멀티캐스트 메모리에 저장하고 저장 주소 및 출력 포트를 스위치 제어부에 알려준다.
- D. UM(unicast memory) : 유니캐스트 셀을 저장한다.
- E. MM(multicast memory) : 멀티캐스트 셀을 저장한다.

나. 스위치 제어부

그림 2는 스위치 제어부의 내부 구조이다.

- A. SC(scheduling controller) : 유니캐스트 메모리와 멀티캐스트 메모리에 채워진 셀의 양을 감시하면서 양 메모리 중 어디에 우선 순위를 둘 지 결정한다.
- B. Scheduler : 우선순위가 결정되면 메모리에 저장된 셀의 출력 포트 정보를 목적지 주소 테이블(UDAT memory, MDAT)에서 읽어 이에 따라 스케줄링을 한다.
- C. MR(reader) : 스케줄링한 셀을 메모리에서 읽어 들여 출력부로 셀을 보낸다. 셀이 출력부로 가면서 생기는 메모리의 빈 주소를 셀 분리 및 저장부(UCP, MCP)로 알려준다.
- D. UAT(unicast address table) : 유니캐스트 셀이 어디에 저장되어 있는지 그 정보가 저장되어 있다.
- E. UDAT(unicast destination address table) : 메모리에 저장되어 있는 셀의 출력 포트 정보를 저장하고 있다.
- F. MAT(multicast address table) : 멀티캐스트 셀이 어디에 저장되어 있는지 그 정보가 저장되어 있다.
- G. MDAT(multicast destination address table) : 메모리에 저장되어 있는 셀의 출력 포트 정보를 저장하고 있다.



< 그림 2 스위치 제어부의 내부 구조 >

다. 출력부

스위치 제어부에서 넘어오는 셀을 원하는 출력 포트 로 출력한다.

2) 스위치의 동작

셀이 분리부에 입력되면 셀의 형태에 따라 각 프로세서(UCP, MCP)에서 처리되어 유니캐스트 메모리와 멀티캐스트 메모리에 저장되고 셀의 정보는 스위치 제어부의 각 테이블(UAT, UDAT, MAT, MDAT)에 저장된다. 그러면 스케줄링 컨트롤러(SC)는 먼저 유니캐스트 메모리와 멀티캐스트 메모리의 저장된 양을 확인하고 빈 주소의 수가 N(입력 포트 수)보다 적은 쪽의 메모리를 우선 순위를 두어 스케줄링하고, 그렇지

않으면 주기적으로 우선 순위를 두어서 스케줄링한다. 그리고 만약에 양 쪽 메모리 다 빈 메모리 수가 N 보다 적으면 멀티캐스트 메모리에 우선 순위를 둔다.

스케줄링 할 때는 각 출력 포트마다 하나의 셀을 우선 순위인 메모리에서 스케줄링하고, 만약에 우선 순위의 메모리에서 해당 출력 포트를 목적지로 가지는 셀이 없을 경우 다른 메모리에서 해당 출력 포트를 목적지로 가지는 셀을 스케줄링한다. 그 다음에 우선 순위에 따라 스케줄링된 셀은 MR을 통해 출력부를 거쳐서 원하는 출력 포트로 출력이 된다.

3. 스위치의 성능 평가

제안한 스위치의 성능을 분석하기 위해 시뮬레이션을 통해서 메모리 비율에 따른 손실율과 지연시간의 성능을 알아보고 또 일반적인 공유메모리를 이용한 멀티캐스트 스위치와 비교 분석하였다. C언어를 이용하여 시뮬레이션을 구현하여 성능을 분석하였다.

1) 분석 모델

스위치의 입력포트에서의 셀 도착은 베르누이 분포를 따르고, 입력 포트에 들어오는 모든 셀을 ATM 고정 셀로 가정한다. 입력 포트에 셀이 들어올 경우의 셀 형태와 멀티캐스트 셀 일 때 원하는 복사 수, 그리고 셀의 목적지 주소에 대한 확률 분포는 모두 균일 분포를 따르고, 성능 분석을 하기 위한 각 파라미터는 다음과 같이 정한다.

- i. 총 시뮬레이션 시간: 1000000(slot)
- ii. 입출력 노드 수: 8
- iii. 스위치의 총 메모리 수: 128
- iv. 입력된 셀이 멀티캐스트 일 확률: 0.5
- v. 멀티캐스트 셀의 복사 수: 평균 2.5 셀

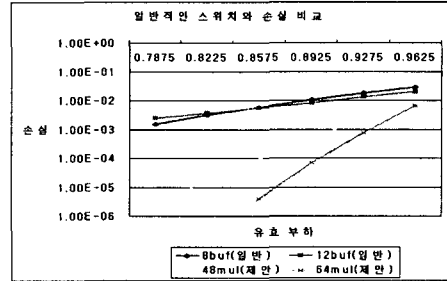
2) 결과 및 비교

다음은 분석 모델 파라미터 값을 이용하여 메모리 변화에 따른 손실율 및 지연시간을 일반적인 공유메모리를 이용한 멀티캐스트 스위치의 성능과 비교 분석하였다.

일반적인 스위치는 유니캐스트와 멀티캐스트에 각각 공유메모리를 가지며 출력 측에 버퍼를 가지는 구조를 가지고, 한 타임 슬롯마다 양쪽 메모리에서 각 출력 포트를 목적지로 가지는 셀을 하나씩 출력측 버

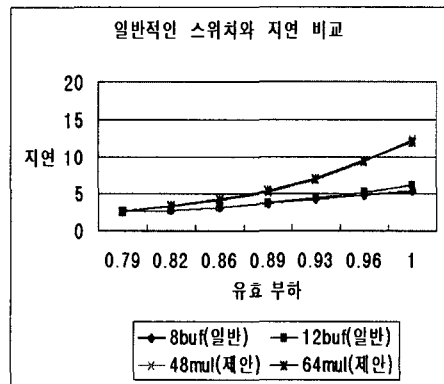
퍼로 셀을 보냄으로써 한 타임 슬롯에 최대 2M(출력 포트 개수)개를 보낼 수 있다.

그림 3은 일반적인 스위치와 제안한 스위치를 비교하였다. 유효 부하가 낮을 때(0.7~0.8)는 일반적인 스위치와 제안한 스위치가 거의 10^4 배로 제안한 스위치의 성능이 좋고, 높은 부하일 때(0.8~)에도 10^2 배에서 10 배의 차이를 보인다.



< 그림 3 일반 스위치와의 손실 비교 >

그림 4는 일반적인 스위치와 제안한 스위치의 지연을 비교하였다. 낮은 부하일 때(~0.8)는 거의 지연이 1~2(slot)으로 두 스위치가 낮은 지연을 보이고 높은 부하일 때(0.8~)에도 12(slot)정도의 지연을 보이고 일반적인 스위치와는 4(slot)정도의 차이를 보이지만 손실을 감안하고 비교하였을 때 매우 향상된 지연을 보인다.

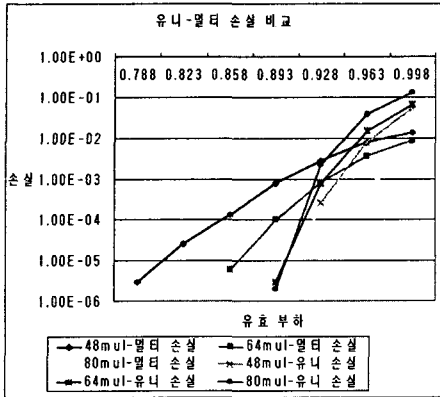


< 그림 4 일반 스위치와 지연 비교 >

그림 5는 메모리 비율에 따라 달라지는 유니캐스트 손실과 멀티캐스트 손실을 비교하였다.

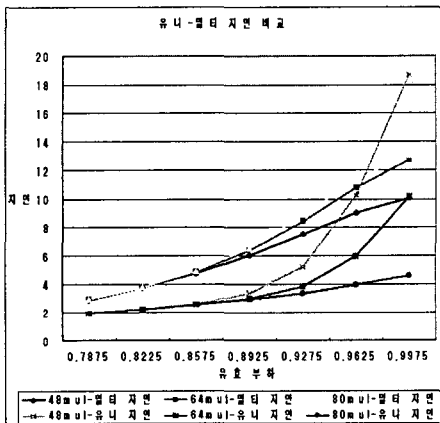
낮은 부하일 때는 유니캐스트 손실이 멀티캐스트 손실보다 적게 생기지만 부하가 높아질수록 멀티캐스트 손실 증가가 낮아져 부하가 0.9에 이르러서는 유니캐스트 손실이 멀티캐스트 손실보다 많아진다. 그 이유는 부하가 증가되면 우선 순위가 멀티캐스트 메모리 쪽으로 가게 되므로 멀티캐스트 셀의 손실율은 점점 떨어지고 또 그만큼 유니캐스트 셀의 손실율이

증가하게 되기 때문에 부하가 증가됨에 따라 손실율의 증가가 반전되게 된다.



<그림 5 유니캐스트와 멀티캐스트의 손실 비교>

그림 6 은 메모리 비율에 따른 유니캐스트 지연과 멀티캐스트 지연을 비교하였다. 유니캐스트 지연은 부하에 증가에 따라 지연이 큰 폭으로 증가하나 멀티캐스트 지연은 부하의 증가에 비해 지연의 증가는 점점 적어진다. 일반적으로 보면 유니캐스트에 적은 비율을 둔 스위치가 손실율이 많아지더라도 지연 시간도 길어지게 된다. 이런 이유도 우선 순위를 제어함에 따라 발생하는 현상이다.



<그림 6 유니캐스트와 멀티캐스트의 지연 비교>

4. 결론

본 논문에서는 공유메모리, 셀의 분리 저장 방식과 출력 스케줄링 기법을 이용한 멀티캐스트 ATM 스위치를 제안하였다. 제안한 스위치는 공유메모리를 이용하여 HOL 블로킹 현상 및 데드락 현상을 줄이고, 셀의 형태에 따라 분산 저장함으로써 셀의 오버헤드를 줄이고 셀 저장 처리 시간을 줄였다. 출력 포트에

따라 셀을 스케줄링하여 공유메모리면서 출력 버퍼의 효과도 같이 가진다. 뿐만 아니라 메모리의 빈 주소를 감시하면서 스케줄링의 우선 순위를 제어하여 메모리를 효율적으로 관리하여 트래픽의 양이 증가하더라도 손실되는 셀의 양이 크게 증가하지 않게 하였다. 그리고, 부하가 증가하면서 멀티캐스트 셀의 손실률이 유니캐스트 손실률보다 적어짐을 보여준다. 그 이유는 메모리에 셀이 일정량 이상 증가하면 멀티캐스트 메모리에 우선 순위를 두어 스케줄링을 하기 때문이다. 이렇게 함으로써 스위치의 성능을 향상시킬 수 있다.

앞으로의 과제는 스위치의 손실이 떨어지면 그 만큼 지연이 길어지는데 이를 더 향상시키는 스케줄링 기법의 연구가 필요하겠다.

참고문헌

- [1] M. Ali and H. Mgyuen, "A neural network implementation of input access scheme in a high-speed packet switch." In Proc. Of GLOBECOM 1989, pp1192-1196, 1989
- [2] Sung C. Liew, "A General Packet Replication scheme for Multivasting with Application to Shffle-Exchange Networks," IEEE Trans. on Commun, Vol.44, N. 8, pp1024-1033, Aug.1996
- [3] Jin li and Chunan-lin Wu, "Design and Implementation of a Multicast-Buffer ATM Switch," proceedings 1995 International conference on Network protocols. Nov 1995
- [4] C. S. Raghavendra, Xiaoqiang Chen and Vijay P. Kumar, "A two Phase Multicast Routing Algorism in Self-Routing Multistage Networks," IEEE International Conference on Communication, Vol. 3, pp. 1612-1618, 1995
- [5] 박재형, 윤현수, "다단계 상호연결망에서 제한-부호화를 이용한 재귀적 멀티캐스트 알고리즘." 전자과학회논문지(A) 제 24 권 제 7 호 (97. 7)
- [6] 이병천, 정재일, 박일섭, "공간 부할 방식과 공유 메모리 방식을 이용한 멀티캐스트 ATM 스위치 설계.", 한국통신학회, pp. 725-733. Mar 1998.
- [7] 이일영, 조양현, 오영환, "ATM 멀티캐스트 스위치의 성능 향상을 위한 연구", 한국통신학회 "99-12 Vol.24, No.12A"