

# ATM 스위치를 이용한 IP 패킷 고속 전송 시뮬레이션

허 강 우<sup>†</sup> · 이 명 호<sup>††</sup>

## 요 약

ATM은 높은 처리 능력, 대역 확장, 그리고 다중 서비스 트래픽을 지원할 수 있는 능력 때문에 최근 주목을 받아 왔다. 그러나 그 동안 네트워킹 프로토콜이 대부분 비연결형인 것에 반해 ATM은 연결 지향적이다. ATM에서 현재 서비스를 제공하기 위한 대안은 라우팅 기능을 제공하는 스위칭 하드웨어를 적용한 라우터이다. 본 논문에서는, 스위치를 이용한 라우터를 설명하고 성능을 시뮬레이션 하였다. 시뮬레이션 결과, 라우팅 지연은 플로우 개수에 따라 증가하였다. 플로우 채널-유지 시간이 30,000 셀-시간일 때 셀-지연은 가장 적었다. 회선 효율은 플로우 설정 시간이 20 30 셀-시간일 때 급격히 증가하였다. 이 시뮬레이션 결과는 ATM 스위치를 이용한 라우터의 성능을 예측하기 위하여 사용될 수 있다.

## The Simulation of High-Speed Forwarding IP Packet with ATM Switch

Kang-Woo Heo<sup>†</sup> · Lee-Myung Ho<sup>††</sup>

## ABSTRACT

ATM has recently received much attention because of its high capacity, its bandwidth scalability, and its ability to support multiservice traffic. However, ATM is connection oriented whereas the vast majority of modern data networking protocols are connectionless. The alternative to support current service on ATM will be a router with attached switching hardware that has the ability to cache routing decisions. In this paper, we described the router using a switch and simulated the performance. From the results of the simulation, the routing delay was decreased as the number of flow channels. Cell-delay was shortest at 30,000 cell-time when the keeping time of a flow channel was. The line utilization was rapidly decreased when a flow-setup time is 20 30 cell-time. The results of this simulation could be applied to predict the performance of the router using ATM switch.

### 1. 서 론

90년대에 접어들면서 인터넷은 음성, 화상 등 멀티미디어 서비스를 필요로 하였다. 이러한 멀티미디어 데이터는 넓은 대역을 필요로 하기 때문에 기존 네워

크에 큰 부담을 주게 되었다. 효율적인 트래픽 처리를 위하여 크게 두 가지 방법이 연구되고 있다. 첫번째 방법은 기존의 라우터를 고속화하는 방법으로써 기존의 네트워크에 변경 없이 적용이 가능하다. 그러나 라우터를 고속화 하는 기술은 한계가 있으며, 또한 많은 비용을 요구한다[3]. 두 번째 방법은 저가의 스위치를 라우터와 결합하여 사용하는 방법이다[1],[2]. 라우터와 스위치를 결합하는 부분에서 추가적인 프로토콜을 요

<sup>†</sup> 정 회 원 : 청주대학교 대학원 전자공학과

<sup>††</sup> 정 회 원 : 청주대학교 전자공학과 교수

논문접수 : 1999년 2월 22일, 심사완료 : 1999년 9월 9일

구하지만 두 장치의 장점을 그대로 유지할 수 있다. 현재 이 기술은 차세대 네트워크 라우터 기술로 많은 연구가 진행되고 있다.

본 논문에서는 이러한 통합 라우팅 기술을 고찰하고, 성능 파라미터를 도출하였다. 그리고 시뮬레이션을 수행하여 파라미터에 따른 성능을 분석하였다. 통합 라우팅 기술 중 가장 빠르게 연구가 진행되고 있는 기술은 입실론의 IP 스위칭으로서 기존 네트워크에 변경 없이 적용이 가능하다[1],[3]. IP 스위칭외에 CSR(Cell Switch Router)[2], Tag 스위치[5] 등이 ATM 스위치를 기반으로 고속 라우팅을 구현하는 기술이다. 현재 인터넷을 이동하는 패킷의 약 70%는 오랜 전송시간을 유지하는 HTTP(Hypertext Transfer Protocol)나 FTP(File Transfer Protocol) 데이터이다[1]. 이러한 프로토콜의 패킷을 네트워크간 전송하기 위하여 인터넷 프로토콜(IP:Internet Protocol)이 사용된다. IP 레벨 패킷 전송은 비연결형이므로 송신측에서 패킷의 도착에 관여하지 않는다. 그러나 IP 패킷을 ATM 스위치에서 전송하기 위해서는 전송전에 채널을 할당하고 연결을 설정해야 한다. 이러한 통합 라우팅은 ATM 스위치의 채널 설정 과정에서 발생하는 지연, IP 패킷 전송을 위해 설정할 수 있는 ATM 스위치의 채널 수, 패킷 라우팅 지연 시간 등에 의하여 성능이 좌우된다. 본 논문에서는 이러한 파라미터를 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다. ATM 스위치를 이용하여 고속 라우터를 설계할 때 이 시뮬레이션의 결과를 활용할 수 있을 것이다.

## 2. ATM 스위치를 이용한 IP 패킷 전송 기술

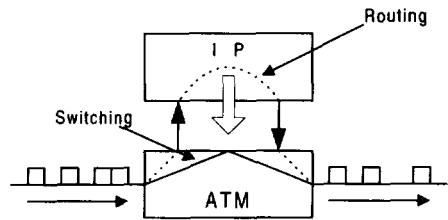
### 2.1 배경

ATM기술은 다양한 트래픽을 효율적으로 처리할 수 있으며 확장성 측면에서도 용이한 방법을 제공한다. 이러한 ATM기술을 기존 망에 연동하기 위하여 현재까지 많은 연구가 진행되었다. ATM이 연결형 전송모드를 채택하고 있는 반면, 기존 LAN은 홉간 패킷 전송 경로를 선택하는 비연결형 전송방법을 채택하고 있다. 따라서 현재의 트래픽을 효율적으로 처리할 수 있는 ATM 기술로 비연결형 IP 패킷을 전송하려면 IP보다 하위 프로토콜인 ATM에서 IP 패킷의 헤더 정보를 수용할 수 있어야 한다.

지금까지 IP 패킷에 대한 경로 설정은 라우터에서 담당해 왔다. 라우터는 라우팅 테이블을 유지하고, 패

킷이 유입되었을 경우 라우팅 테이블을 검색하여 패킷 경로를 설정한다. 라우터는 매 패킷마다 라우팅 테이블을 이용하여 경로를 설정한다. 이러한 방법은 라우팅 테이블의 크기와 테이블을 이용하는 트래픽이 증가할수록 라우터에서 더 많은 지연이 발생하는 원인이 된다. 그러나 라우터는 패킷 필터링을 이용하여 불필요한 트래픽의 유입을 차단할 수 있는 장점을 가지고 있다.

현재 많은 연구가 진행중인 고속 라우팅 기술은 ATM의 장점과 기존 라우터의 장점을 수용하는 통합 라우팅 방법이다. (그림 1)은 ATM 계층과 IP 계층을 통합하는 통합 라우터의 구조를 보여주고 있다.



(그림 1) ATM 스위치를 이용한 고속 라우팅

### 2.2 ATM 스위치에서 IP 패킷 수용 방안

비연결형 데이터 전송 방법은 각 라우터에서 필요에 따라 경로를 지정한다. 따라서 전송전에 연결 설정 과정이 필요 없으므로 연결 설정에 따른 지연이 없다. 즉, 전송할 데이터를 가진 소스는 네트워크의 상태 상관없이 데이터를 전송하고 에러가 발생하였을 경우 재전송을 한다. 전송 경로는 일정한 시간 마다 수정되고, 라우터는 이러한 정보를 유지하므로 중간 노드의 고장에도 안정된 전송을 할 수 있다. 그러나 ATM 같은 연결형 전송 방법은 전송전에 데이터 전송채널을 설정하여야 하고, 중간 노드에 고장이 발생했을 경우 다시 연결 설정 과정을 거쳐야 한다. 그러나 채널이 설정된 후에는 안정된 전송 서비스를 제공하므로 QoS에 대한 지원이 가능하다.

이러한 두 가지 방법을 통합한 (그림 1)의 방법은 라우터의 장점을 유지하면서 ATM 스위치를 이용한 고속 전송을 할 수 있다[1]. IP 패킷을 ATM에서 수용하기 위해서는 IP 패킷 헤더를 ATM VPI/VCI로 변환할 수 있어야 한다. IP 헤더와 VPI/VCI 매핑 정보가 설정되면 이 매핑 정보에 해당하는 모든 IP 패킷은 ATM 스위치를 통하여 전송이 가능하다. 따라서 라우터는 이

정보를 더 이상 자신의 라우팅 테이블에 유지할 필요가 없다. 따라서 라우터의 라우팅 시간이 단축된다.

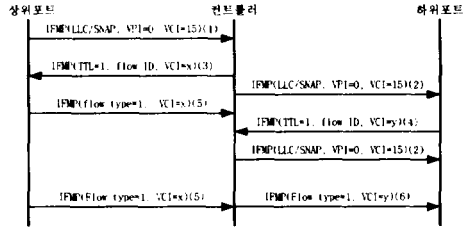
통합 라우팅에서 ATM 스위치를 통하여 전송이 권장되는 데이터는 긴 시간 동안 전송을 필요로 하는 IP 패킷이다. 이러한 IP 패킷을 각각 플로우라고 한다[1]. 플로우는 통합 라우팅에서 전송의 기본 단위로 사용된다. 일반적으로 플로우는 데이터의 전송이 긴 시간동안 지속되는 데이터로 현재 인터넷에서 플로우는 HTTP 나 FTP 형태의 패킷이 될 것이다[1]. IP 레벨에서 전송 데이터의 형태를 구별하기 위하여 패킷의 TCP 포트 번호가 사용한다. 플로우로 규정된 패킷은 통합 라우터에서 해당 패킷을 전송하기 위한 전용 채널을 할당 받을 수 있다. 라우팅이 생략된 전용 채널을 통한 패킷 전송을 컷-쓰루(cut-through)라고 한다.

ATM 스위치는 채널 설정과정에서 일정한 시간을 필요로 한다. 따라서 짧은 시간 전송으로 끝나는 패킷에 대하여 채널을 설정하는 것은 채널 사용 효율을 저하시킨다. 현재 개발중인 대부분의 ATM 스위치 기반 라우터는 일정 시간동안 흐름이 없는 플로우 채널을 삭제하며, 플로우 채널을 통해 데이터가 들어올 경우 해당 플로우는 계속해서 채널 유지시간을 갱신한다. 어떤 패킷을 플로우로 설정할 것인가는 통합 라우터의 사용 효율을 높이기 위하여 중요하게 고려되어야 한다.

### 2.3 IP 스위칭

IP 스위칭은 3계층 주소를 기반으로 하는 기존 라우터와 ATM 스위치를 결합한 형태로 이psilon(이프로)사에서 개발하였다[4], [8]. 이 기술의 핵심은 라우터로 전송되는 패킷과 ATM 스위치로 전송되는 패킷을 분리하여 라우터의 부하를 ATM 스위치로 전환함으로써 고속 라우팅을 실현하는 것이다[1]. IP스위칭은 ATM 스위치를 이용하지만 ATM 채널 설정에 필요한 시그널링이나 각종 제어는 자체 개발한 프로토콜을 사용한다. 이때 플로우를 제어하기 위하여 IFMP(Ipsilon Flow Management Protocol)를 사용하고[4], ATM 스위치의 제어를 위해 GSMP(General Switch management Protocol)[8]를 사용한다. IP 스위칭에서 데이터의 전송은 다음 과정을 따른다. 플로우 채널이 설정되지 않은 모든 패킷은 디폴트 채널(VPI=0, VCI=15)을 통하여 패킷을 전송한다. 패킷을 받으면 수신측에서는 각 패킷에 대한 플로우 여부를 결정하여 송신측과 플로우 채널 설정을 협상한다. 플로우 채널이 설정되면 해당 플로우

의 패킷은 라우팅 과정을 생략하고 목적지로 전송된다[3]. (그림 2)는 IP 스위칭에서 컷-쓰루가 발생하는 과정을 나타내고 있다.



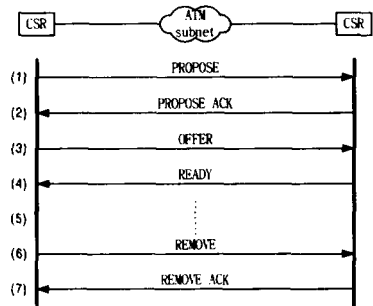
(그림 2) 플로우에 의한 패킷 전송

### 2.4 CSR(Cell Switch Router)

CSR은 도시바(Toshiba)에서 개발하였으며 표준 ATM을 지원한다. 따라서 표준 ATM 스위치를 상호 연결할 수 있으며, 또한 ATM 스위치가 가지고 있던 QoS 지원이 가능하다. CSR은 기존 IP 패킷 라우팅에 셀 스위칭 기능을 추가한 방법으로 효과적인 IP 패킷 포워딩을 기대할 수 있다.

컷-쓰루 설정 과정 후에 IP 패킷은 VPI/VCI에 따라 포워딩되며, IP 헤더는 더 이상 처리되지 않는다. CSR에서 초기의 패킷은 IP 스위칭과 같이 디폴트 채널을 통하여 전송된다. 초기의 패킷이 플로우로 설정되어야 할 패킷이라면 CSR은 인접 노드간에 플로우를 위한 VC를 설정한다[2]. 인접 노드간 플로우 채널이 형성되면 해당 플로우에 속하는 패킷은 CSR에 의해 컷-쓰루 경로를 따라 전송된다 [6].

이 과정은 (그림 3)과 같다. CSR에서 모든 패킷은 LLC/SNAP 캡슐화 방법을 이용한 멀티프로토콜을 지원한다. 현재 CSR에서 제시하고 있는 플로우 결정 방법은 TCP와 UDP 포트 번호에 대해서만 규정하고 있다[6].



(그림 3) CSR에서 컷-쓰루 채널 설정

2.5 통합 라우팅 기술 고찰

IP 스위치는 IP 프로토콜만 지원한다는 단점을 가지고 있지만 현재 인터넷의 대부분이 IP 프로토콜을 사용하는 점을 고려할 때 고속 백본으로 기존 네트워크의 변경 없이 사용 가능하다. CSR은 표준 ATM을 지원하기 때문에 앞으로 네트워크 하부 구조가 ATM으로 진화했을 경우 ATM과 연동이 용이하다. 이외에 IP 스위칭은 패킷의 수신측에서 채널 설정을 요구하는 반면, CSR은 송신측에서 채널 설정을 초기화 한다.

ATM 스위치를 이용한 통합 라우팅 기술에서 라우터의 성능에 중요하게 영향을 미치는 변수로는 플로우 결정 기준과 플로우 채널 설정에 따른 지연, 그리고 할당할 수 있는 채널의 수가 있다. 우선 ATM 스위치는 플로우 결정 기준에 따라 채널 사용 효율과 밀접한 관계를 갖는다. 짧은 전송 시간을 갖는 패킷을 플로우로 결정할 경우 전송 보다 채널 설정에 더 많은 시간을 걸릴 수도 있다. 그리고 플로우 채널 설정에 따른 지연이 증가할수록 해당 시간 만큼 ATM 스위치를 통하여 전송될 수 있는 패킷이 라우터를 이용하여 전송된다. 따라서 라우터의 부하가 증가하는 원인이 된다. 마지막으로 ATM 스위치에서 플로우를 위해 할당할 수 있는 채널의 수는 스위치를 이용하여 전송될 수 있는 패킷의 양을 결정한다.

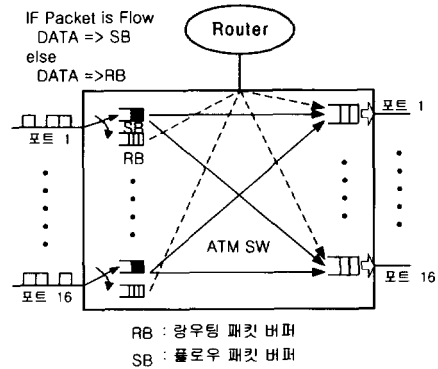
플로우는 소스목적지 주소를 이용하여 결정하는 방법과 TCP 포트 번호, 소스목적지 주소를 이용하여 결정하는 방법이 있다[3]. 첫번째 방법은 두 호스트 사이에 전송이 빈번하다고 가정한 경우 사용될 수 있다. 두 번째 방법은 TCP 포트 번호를 이용하여 전송이 빈번한 패킷을 구별한다. 이때 플로우로 설정되는 데이터는 웹이나 텔넷, 그리고 FTP 프로토콜에 사용되는 TCP 패킷이다. 그러나 현재 인터넷에서 사용되는 메일도 수 메가 바이트 이상의 데이터를 전송하고 있으며 앞으로 인터넷의 발전을 고려할 때 많은 새로운 프로토콜이 등장할 것이다. 이러한 프로토콜은 또 다른 TCP 포트를 사용할 것이며 이때 마다 플로우로 설정될 수 있는 포트 번호를 수정하여야 할 것이다. 이러한 단점을 보완하고 플로우 결정에 따른 지연을 줄이기 위하여 전송 데이터의 소스에서 플로우를 표시하는 방법을 고려할 필요가 있다.

전송 데이터가 긴 시간 동안 전송할 데이터인가를 가장 정확히 알 수 있는 것은 전송하는 소스이다. 지금까지의 방법은 중간 노드에서 이것을 결정하였다.

소스에서 플로우를 결정한다면 정확히 플로우 유지 시간을 알 수 있으며, 중간 노드는 플로우 결정의 부담을 없앨 것이다. 전송 데이터를 플로우로 설정하여 전송할 것인가를 소스에서 결정하고 중간 노드가 이 결정에 따른다면 플로우 결정 시간을 줄일 수 있고 또한, 앞으로 등장할 새로운 프로토콜에도 적용할 수 있을 것이다.

3. 시뮬레이션 모델

3.1 적용 모델



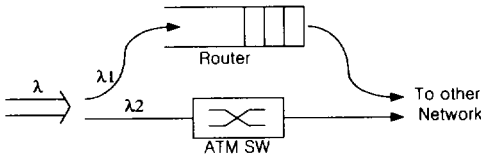
(그림 4) 제안된 통합 라우터 모델

(그림 4)에서 입력 트래픽은 LAN 패킷이 기본 단위가 된다. 유입된 패킷은 서비스 클래스(service class) D의 AAL 프로토콜(AAL type 5)을 따르게 된다. 따라서 패킷의 마지막 정보를 가진 셀은 AUU(ATM layer User-to-User) 정보를 1로 표시함으로써 각 패킷을 구분한다.

플로우 채널 설정과정 후에 유입된 패킷은 플로우 버퍼에 저장된다. 플로우 버퍼에 저장된 패킷은 스위치의 VPI/VCI 매핑 정보를 이용하여 헤더 변환을 하고, 스위치를 통해 전송된다. 아직 플로우로 결정이 되지 않은 패킷이라면 라우터 버퍼로 입력되어 라우터의 경로 설정 후에 전송된다. 라우팅을 해야 하는 패킷 버퍼를 스위치의 앞 단에 둬으로써 라우터는 라우팅의 결과 정보를 버퍼로 보내고 전송에는 관여하지 않아도 된다. 이 라우팅 버퍼는 디폴트 채널이 ATM에서 유지해야 하는 버퍼가 된다. 라우팅이 끝난 패킷과 플로우로 설정된 패킷의 전송은, 두 버퍼에 모두 패킷이 있는 경우, 라우팅 된 패킷이 우선하여 전송되는 것

로 가정하였다.

ATM 스위치로 입력되는 모든 링크의 속도는 155Mbps를 가정하였다. 이때 단일 셀 전송시간은 약 2.74μs가 된다. 본 논문의 시뮬레이션은 단일 셀 전송시간을 기본 단위로 하여 결과를 도출하였다. (그림 5)는 입력 트래픽(λ)과 라우터 버퍼의 모델이다.



(그림 5) 라우터 버퍼 모델

(그림 5)에서 보는 바와 같이 입력된 패킷(λ)은 라우터를 경유하는 패킷(λ1)과 스위치를 통하여 전송되는 패킷(λ2)으로 구분된다. 이러한 구분은 통합 라우터 상에 플로우 채널의 설정 여부에 따라 결정된다. 즉, 플로우 채널이 설정되지 않은 패킷은 라우터를 이용하여 경로설정을 한 후 전송된다. 각 상황에서 라우터의 버퍼를 용량 변화는 아래의 수식과 같다. 입력 분포가 포아송 분포를 따를 경우 n개의 입력 링크를 가진 라우터로 라우팅 전까지 입력되는 트래픽은 라우터에 계속 축적된다. 식(1)은 이렇게 도착하는 패킷에 의한 버퍼 크기(BS)를 나타낸다.

$$BS(n) = \sum_{n=0}^{\infty} n \lambda e^{-\lambda} \quad (1)$$

하나 이상의 패킷 도착 이후 라우팅 서비스가 종료되면 이때부터 서비스를 마친 패킷들(Rn)은 목적지로 방출된다(식(2)).

$$BS(n) = \sum_{n} n \lambda e^{-\lambda} - R_n \quad (2)$$

방출된 패킷이 플로우 패킷일 경우 ATM 스위치에 플로우 채널이 설정된다. 이 플로우에 해당하는 패킷(Sn)이 도착하면 라우터를 통한 패킷(Rn) 방출과 별도로 해당 패킷은 스위치를 통하여 패킷(Sn)이 방출된다(식(3)).

$$BS(n) = \sum_{n} n \lambda e^{-\lambda} - R_n - S_n \quad (3)$$

이때 ATM 스위치를 이용하여 전송되는 패킷은 플로우 채널에 의존한다. 플로우 채널의 개수는 패킷 헤더의 소스/목적지 주소 개수 보다 적다. 제한된 플로우

채널의 효율적인 사용을 위하여 이 채널은 일정한 시간동안 패킷 이동이 없을 경우 해제 된다. 따라서 적당한 채널 유지시간을 설정하는 것은 통합 라우터에서 중요하다.

### 3.2 입력 트래픽 모델

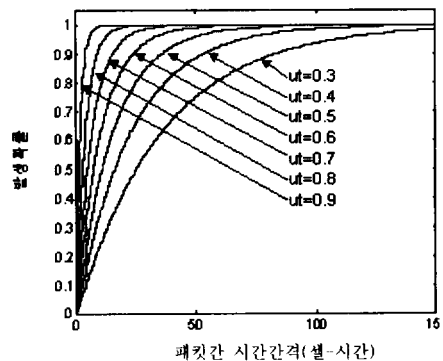
시뮬레이션에서 사용된 입력 트래픽은 16개의 트래픽이 랜덤하게 독립적으로 발생하는 것을 가정하였다. 입력 트래픽은 패킷의 도착 분포와 패킷의 길이 분포로 구성될 수 있다. 트래픽의 도착 분포는 포아송 분포를 따르며, 도착 트래픽의 기본 단위는 패킷이 된다. 입력 패킷의 길이 분포는 <표 1>과 같다[7].

<표 1> 입력 패킷 길이 분포

패킷 길이 (바이트)	발생 확률 (pdf)	발생 분포 (cdf)	셀 수 (AAL 5)
64	0.304	0.304	2
144	0.083	0.387	4
220	0.08	0.467	6
576	0.1	0.567	14
1072	0.25	0.817	25
1500	0.183	1.000	35

<표 1>에서 각 패킷에 대한 셀 수는 AAL형태에 따라 다르게 나타난다. 여기서는 LAN 데이터에 대한 AAL 형태(AAL type 5)를 기준으로 하여 패킷의 평균 셀 수는 15.47개를 가진다. 따라서 패킷 길이에 따른 입력 트래픽은 <표 1>로부터 발생시킬 수 있다.

패킷의 도착은 포아송 분포를 따른다고 가정하였으므로 패킷간 도착 시간은 지수분포가 된다. 지수 분포로 도착하는 패킷간 시간 분포는 회선 효율에 따라 (그림 6)과 같이 나타난다.



(그림 6) 회선 효율에 따른 패킷 발생 분포

각 셀-시간마다 시뮬레이션 프로그램은 랜덤한 확률을 생성하며 이 확률은 (그림 6)의 수직축 어느 한 점에 해당한다. 이 값으로부터 랜덤한 패킷 간 시간을 얻을 수 있다. 이렇게 회선 효율에 따른 트래픽을 생성할 수 있다.

#### 4. 시뮬레이션 결과

본 논문의 시뮬레이션 프로그램은 C++ 를 이용하여 작성하여 리눅스(Linux) 에서 실행하고, 그 결과를 얻었다. 각 트래픽 발생은 리눅스에서 제공하는 랜덤 함수를 이용하였으며, 각각 다른 초기 값을 설정하여 서로 독립적으로 동작하도록 하였다.

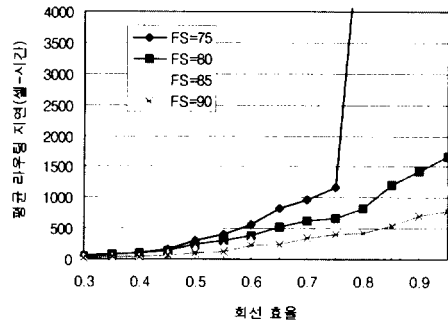
시뮬레이션은 회선 효율에 따라 변화하는 입력 트래픽을 인가하여 통합 라우터의 성능 파라미터에 따라 라우터에 집중되는 트래픽의 양을 측정하였다. 통합 라우터에서 성능을 좌우하는 파라미터로 본 시뮬레이션에서 채택한 파라미터는 전체 패킷 중 플로우 채널을 사용하는 패킷의 비율과 플로우 채널의 유지시간을 고려하였다. 설정될 수 있는 플로우 채널의 수는 스위치의 성능과 관계가 있으며 플로우로 설정할 수 있는 채널의 수가 증가할수록 라우팅 지연을 줄일 수 있다.

플로우 채널의 유지시간은 해당 플로우의 전송시간에 따라 통합 라우터의 성능에 큰 영향을 미친다. 플로우 채널 유지시간이 플로우로 설정된 패킷의 전송 시간 보다 충분히 클 경우, 해당 채널은 데이터 전송 시간 보다 휴지 시간이 더 길 수도 있다. 따라서 채널의 사용 효율이 감소하게 된다. 만약 플로우 채널 유지시간이 아주 작을 경우 통합 라우터는 스위치의 채널 설정에 많은 시간을 보내게 된다. 본 시뮬레이션에서 라우터에서 테이블 평균 검색 시간을 5 셀-시간 가정하고 파라미터에 따른 변화를 살펴보았다.

##### 4.1 설정될 수 있는 플로우의 비율에 따른 결과

(그림 7)은 통합 라우터에서 전체 패킷 중 플로우로 설정될 수 있는 패킷의 비율(FS)에 따라 라우터에서 발생하는 지연을 보여주고 있다. 플로우에 해당하는 패킷은 통합 라우터에서 스위칭 채널을 할당한다. 채널이 설정되면 해당 패킷은 라우팅 과정을 생략하고 전송이 가능하다. (그림 7)은 플로우 설정 비율에 따라 통합 라우터에서 발생하는 지연을 보여주고 있다. 이때 플로우 채널유지시간은 20,000 셀 시간으로 하였고,

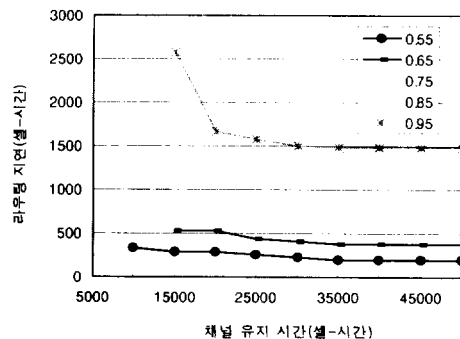
채널 설정에 필요한 시간을 5 셀-시간으로 하였다. (그림 7)로부터 전체 패킷중 80%의 패킷에 대하여 플로우 채널이 할당될 경우, 라우터에서 발생하는 평균 지연시간이 1,000 셀-시간 이하에서 80%이상의 회선 효율을 나타내었다. 그리고 75%의 플로우 채널이 설정될 경우 보다 80%의 플로우가 설정될 경우 급격한 성능 개선을 (그림 7)로부터 알 수 있다.



(그림 7) 플로우 비율에 따른 라우터의 지연

##### 4.2 플로우 채널 유지시간에 따른 결과

(그림 8)은 통합 라우터에서 생성될 수 있는 평균 플로우의 수를 80%로 가정하고, 채널 설정 시간을 5 셀-시간으로 하였을 때, 채널 유지시간에 따른 결과를 시뮬레이션 한 결과이다. (그림 8)에서 회선 효율이 95%를 나타낼 때 시뮬레이션의 결과는 채널 유지시간에 따라 급격한 변화를 보여주고 있다. 그러나 채널 유지시간이 30,000 셀-시간 이상인 경우에는 라우터에서 지연의 변화가 거의 없음을 볼 수 있다.

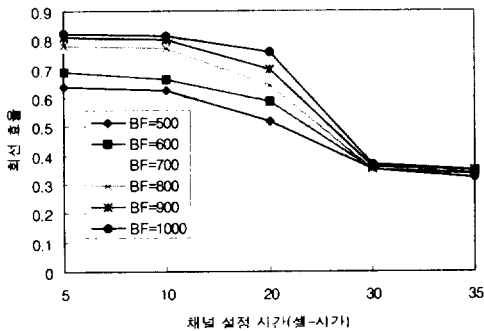


(그림 8) 플로우 채널 유지시간에 따른 지연

##### 4.3 플로우 채널 설정 시간에 따른 결과

(그림 9)는 플로우 채널의 설정 비율을 80%로 하고

플로우 채널의 유지시간을 20,000 셀-시간으로 하였을 때, 채널 설정 지연에 따른 시뮬레이션 결과이다. 버퍼의 지연이 500-1000 셀-시간까지 변화하였을 때, 그 결과는 약 20 셀-시간 까지 완만하게 회선 효율이 감소하는 것을 볼 수 있다. 그러나 채널 설정 시간이 20 셀-시간에서 30 셀-시간 사이의 시뮬레이션 결과는 채널 설정 시간에 따라 급격히 회선 효율이 감소함을 알 수 있다. 이 경우 평균 플로우 채널 설정 시간은 해당 플로우의 다음 패킷이 도착하는 평균 시간보다 작은 경우가 된다. 즉 플로우 채널 설정 시간이 아주 작을 때는 채널 설정 시간이 큰 문제가 되지 않지만 일정 시간 이상이 되었을 경우 채널 설정 시간은 (그림 9)에서 보는 바와 같이 시스템의 성능에 영향을 준다.



(그림 9) 채널 설정 시간에 따른 결과

5. 결론


본 논문에서는 3계층 라우팅과 2계층 스위칭을 통합한 라우팅 모델을 시뮬레이션 하고 각 결과를 분석 하였다. 시뮬레이션은 플로우로 설정될 수 있는 패킷의 비율, 플로우 채널 유지시간, 플로우 채널 설정 시간을 고려하여 수행하였다. 본 시뮬레이션으로부터 채널 유지시간은 30,000 셀-시간이상이면 좋은 성능을 나타내는 것으로 (그림 8)에서 보여주고 있다. 그리고 채널 설정 시간은 10에서 30셀 시간 사이에서 회선효율이 감소하는 것을 볼 수 있으며 특히 20 셀-시간에서 30셀-시간 사이에 급격히 회선효율의 감소를 가져오지만 그 이후에는 완만하게 감소하는 것을 볼 수 있다. 따라서 좋은 성능을 나타내는 통합 라우팅 시스템을 구현하려면 10 셀-시간 이하로 채널 설정 지연을 구현하여야 적당하다.

본 논문에서는 공중망에 적용한 트래픽을 적용하여

시뮬레이션을 하였다. 통합 라우팅은 플로우의 설정 기준에 따라 성능이 좌우된다. 따라서 통합 라우팅 시스템을 LAN에 적용하기 위해서는 LAN의 트래픽을 이용한 성능 분석이 필요하다. 이러한 통합 라우팅 기술은 현재의 네트워크 환경에서 QoS 및 고속 전송을 할 수 있는 효과적인 기술로서 많은 연구가 진행되어야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] Peter Newman, Tom Lyon, and Greg Minshall, "Flow Labelled IP : A Connectionless Approach to ATM," IEEE Infocom, pp.1251-1260, Mar. 1996.
- [2] K. Nagami, Y. Katsube, Y. Shobatake, A. Mogi, S. Matsuzawa, T. Jinmei, and H. Esaki, "Toshiba's Flow Attribute Notification rotocol(FANP) Specification," IETF RFC 2129, Apr. 1997.
- [3] Peter Newman, Greg Minshall, Tom Lyon, and Larry Huston, "IP Switching and Gigabit Routers," IEEE Communications Magazine, pp. 64-69, Jan. 1997.
- [4] P. Newman, W. L. Edwards, R. Hinden, E. Hoffman, F. Ching Liaw, T. Lyon, and G. Minshall, "Ipsilon Flow Management Protocol Specification for IPv4," IETF RFC 1953, May 1996.
- [5] Yakov Rekhter, "Tag Switching Architecture-overview," SPIE, pp.11-19, Nov. 1997.
- [6] Hiroshi ESAKI, Shigeo MATSUZAWA, Akiyoshi MOGI, KEN-ichi NGAMI, Tatsuya JINMEI, Toru KON'NO, Yasuhiro KATSUBE, "Cell Switch Router(CSR)-label switching router supporting standard ATM interfaces," SPIE, pp.2-10, Nov. 1997.
- [7] M. Murata, and H. Miyahara, "LAN Interworking Through Broadband ISDN," IEICE Trans. Communication, Vol.E77-B, No.3, pp.34-41, Mar. 1994.
- [8] P. Newman, W. L. Edwards, R. Hinden, E. Hoffman, F. Ching Liaw, T. Lyon, and G. Minshall, "Ipsilon's General Switch Management Protocol Specification," IETF RFC 1987, Aug. 1996.



### 허 강 우

e-mail : simple@tearoom.chongju.ac.kr

1996년 청주대학교 전자공학과 졸업(학사)

1998년 청주대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사)


현재 청주대학교 대학원 전자공학과 박사과정 재학

1998년~1999년 주성대학교 강사

1999년 3월~1999년 6월 청주대학교 강사

1999년 9월~현재 옥천대학 강사

관심분야 : DTM, 성능 평가 등



### 이 영 호

e-mail : himmel@tearoom.chongju.ac.kr

1979년 광운대학교 전자공학과 졸업(학사)

1981년 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사)

1991년 연세대학교 대학원 박사과정 졸업(박사)

1984년 3월~현재 청주대학교 교수

관심분야 : 컴퓨터 네트워크, Queueing 등