

ATM 통신망에서의 호 과부하 제어방식 비교

송기상* · 이 진

On the Comparison of Call Overload Control Methodologies in ATM Networks

Ki-Sang Song · Jean Lee

〈Abstract〉

Automatic repeated recalling from individual computing equipments such as PC and workstations, to access ATM networks may result in call overload to networks. Call overload causes to waste network resources and fail to meet user call processing QoS requirements. We evaluate two call connection request methods: the back-off recall method(BRM) which makes recall with random waiting time after rejection, and the direct recall method(DRM) which repeats call connection request whenever call request is rejected. We evaluate their performances by simulation and it shows that as the total number of attached terminals to each access node increases, BRM performs better than DRM in terms of the call acceptance level and effective network bandwidth utilization.

1. 서론

B-ISDN의 비동기식 전달 모드(Asynchronous Transfer Mode)를 이용하면, 서로 다른 비트율로 정보를 전송할 수 있고, 버스티(Bursty)한 트래픽이나 항등비트율(Constant Bit Rate)을 갖는 트래픽 스트림을 하나의 망으로 전송할 수 있다[1]. 따라서 기존의 음성을 주로 전송하던 전화망과 데이터 망이 통합되고 동일한 망을 통하여 개인용 컴퓨터(PC)나 워크스테이션을 통한 멀티미디어 다자간 통신이 가능해지고 있다. 이에 따라, 사람이 호 연결을 시도하는 기존의 전화망 접속 요구 패턴[2]과 달리 컴퓨터나 사용자 장치(Individual Computing Equipments)를 통한 기계적인 망 접속 요구가 가능해지면서 짧은 시간에 수백 번의 호 접속요구가 발생될 수 있게 되었다[3]. 이렇게 짧은 시

간 동안에 대량으로 발생하는 호 재호출은 ATM망에 호 과부하를 발생시켜, 통신망 자원의 낭비와 호 처리(Call Processing) 사용자 요구 QoS의 저하를 초래할 수 있다. 따라서, UNI에서는 사용자들이 망에 접속을 시도하는 것을 적절히 제어하므로서 이런 호 과부하 현상을 막아야 한다.

일반적으로 호의 연결 수락 제어(Call Admission Control)는 망의 현재 상태 및 신호원이 요구하는 QoS 특성을 토대로 이미 설정된 호의 QoS를 만족시키는 범위 안에서 새로운 호를 연결할 수 있는지를 판단하여 연결을 수락한다[4]. 새로운 호가 설정되면, 신호원과 망 운영자는 전송될 트래픽 특성을 정하는 호 설정 계약을 맺고, 망 운영자는 사용 가능한 망의 자원을 따라, 정보 전송이 이루어 질 경로를 설정하게 된다. 그러나, ATM망에는 다양한 트래픽이 존재하고,

* 한국교원대학교 컴퓨터교육과

각 신호원에 할당되는 망의 자원도 매우 동적으로 변화되므로, 이러한 호 연결 수락 제어가 적절히 망의 상태를 파악하는 것이 쉽지 않다. 만일, 피크 비트율(Peak Bit Rate)만을 고려하여 호의 연결을 허용한다면, 망의 자원이 낭비되므로, 통계적 다중화(Statistical Multiplexing) 이점을 최대한 살리기 위하여서는 호 연결 수락 제어를 지능적으로 해야한다.

따라서 본 논문에서는 망의 자원을 효율적으로 사용하기 위한 호 연결 수락 제어가 있는 경우에 ATM 망에서의 호 과부하 현상이 망의 자원 낭비와 QoS에 미치는 영향을 살펴보기 위하여, 호 연결 요구가 받아들여지지 않는 경우에 바로 재호출을 시도하는 즉 시 재호출 방식(Direct Recall Method)과 임의의 시간만큼 기다린 다음 재호출을 시도하는 임의의 대기 방식(Random Back-off Method)을 통하여 ATM망에 접속을 시도하는 경우, 이에 따른 호의 접속도와 낭비되는 대역폭을 시뮬레이션을 통하여 측정하고, 적절한 호 과부하 방식을 제안한다.

본 논문의 구성은, 제 2절에서 ATM망에서의 호 과부하 현상에 대하여 살펴보고, 3절에서는 호 과부하 현상을 측정하기 위한 시뮬레이션 모델과, 사용자 장치에서의 접속요구 모델에 대하여 기술한다. 또한 4절에서는 얻어진 데이터를 분석 평가하고, 5절에서는 결론을 제시한다.

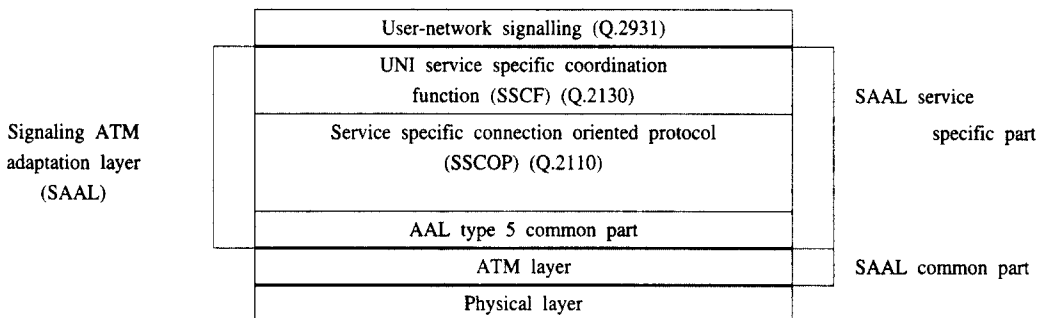
2. ATM 망에서의 신호 및 호 과부하 현상

ATM 망에서 사용자와 망간의 호 접속 요구는 UNI

에서 처리되는데, UNI 신호에 대한 표준은 ITU-T 에서는 공중망을 대상으로 하고 있고, ATM 포럼에서는 사설망을 대상으로 진행되고 있다. NNI 신호는 UNI 신호 정보를 망간에 전송시키며 UNI신호 프로토콜은 접속의 특징을 규정하고, 호출된 사용자간의 사용자 간 정보를 교환하게 한다. UNI 신호 구조는 <그림 1>과 같은데, ITU-T Recom. Q.2931은 UNI에서의 ATM 연결, 유지 및 끝냄을 위해 사용되는 3 계층 프로토콜이다[5].

Q.2931은 신호 ATM 접합 평면 위에서 동작하며, SAAL(Signaling ATM Adaptation Layer) 은 신호 가상 채널을 통하여 호/연결 신호를 ATM 평면의 셀을 이용하여 전송하는 방법을 정의한다. SAAL은 특정 서비스 파트를 포함하고 있고, 서비스 특정 파트는 SSCF와 SSCOP를 포함하고 있다.

B-ISDN에서 호의 연결 설정에 관한 성능은 ITU-T SG13의 I.35bcn 권고안[2]에 기술된 대로, 신속성(Speed), 정확도(Accuracy) 및 신뢰도(Reliability)로 규정되어진다. 이 권고안은 UNI에서의 사용자 접속 요구가 기존의 전화망에서와 같이 사람에 의하여 이루어지는 상황을 고려하고, LAN이나 사용자 장치(CPE)로부터 발생하는 접속 요구의 특징을 반영하지 못하고 있다[6]. 즉, ATM 망에는 기존의 전화망 서비스뿐만 아니라 LAN이나 라우터를 통하여 개인용 사용자 장치들이 망에 접속 가능하게 되므로 사람의 접속 요구 발생 형태와 달리 이들 LAN이나 CPE로부터 짧은 시간 동안에 여러 번의 호 접속 요구 신호의 발생이 가능하다. 그러므로, PC나 워크스테이션의 보급과, 다



<그림 1> B-ISDN 신호 프로토콜 스택

자간 멀티미디어 통신이 요구되는 ATM B-ISDN에서는 짧은 시간 동안에 집중적으로 발생할 수 있는 호(Call) 접속 요구에 따라 호 처리 성능 및 자원의 효율적인 이용이 큰 영향을 받게 된다.

ATM망에서 호나 점 대 다중 접속에서의 연결(Connection) 요구가 발생되면 앞에서 거론된 신호 처리 절차에 따라, 사용자 요구 QoS의 만족 여부와 중단간 전송 지연의 만족 여부 및 사용자 트래픽 파라미터를 고려하고 망의 자원이 충분한가를 살펴본 뒤에 호를 받아들일 것인가를 결정하게 된다. 이러한 호의 접속 요구에 대하여 자원이 충분한 노드 및 링크에서는 망의 자원을 할당하고, 다음 중계국으로 신호가 전송되어서 최종적으로 수신자 CPE가 접속 요구를 받아들인 것인가를 점검하게 된다. 그러나, 최종 접속 노드까지 충분한 대역폭이 할당되지 않을 경우에는 중계 노드에서는 크랭크백(Crankback) 절차[7, 8, 9]에 따라 이전 노드에 호나 연결이 불가능함을 알리게 된다. 이러한 크랭크백 절차는 예약된 자원을 다시 해제시키므로, 호나 연결 요구가 짧은 시간에 반복되면, 망의 자원이 비효율적으로 사용된다. 따라서 한 사용자가 많은 수의 재호출을 짧은 시간 동안에 발생시키는 것은 무의미하며 유용하지도 않다.

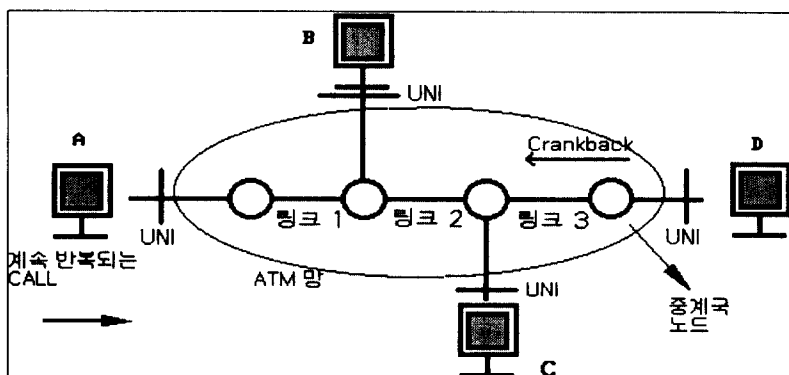
〈그림 2〉에는 단말기 A에서 D로 호의 연결을 시도하고 있고, 링크 1, 2, 3의 자원을 예약하다가 D가 이미 사용중인 경우를 보이고 있다. 이렇게 되면 B나 C가 연결되지 못한 A-D 사이의 예약 때문에 링크 2를

사용하는 데에 제약을 받는 상황이 발생할 수 있다. 특히 ATM 망에는 다양한 트래픽과 대역폭의 요구가 매우 가변적으로 발생되므로, 접속이 완료되지 못하고 자원의 예약과 해제를 반복하는 현상은 망의 자원 낭비뿐만 아니라, 사용자들의 호 처리 QoS에도 영향을 줄 수 있다.

그렇게 되면 PC나 워크스테이션은 짧은 시간 동안에도 많은 횟수의 재호출을 하게 된다. 즉, 〈그림 2〉에서 보듯이 수신자 D가 접속 요구를 수락하지 못하는 상황에서, 계속해서 호 접속요구를 일 초에 수백 번씩 하게 하는 것은 의미도 없을 뿐만 아니라, 접속이 이루어지는 과정 가운데 접속 처리나 망의 자원 사용에 문제를 일으키게 되는 것이다.

ATM 망에서 UNI에서 처리되는 사용자와 망간의 호 접속 요구 중에 UNI에서 대량의 호 접속 요구가 일어나는 상황은 ① UNI에서의 반복되는 호 접속요구, ② UNI에서의 재시도되는 호 접속 요구, 및 ③ UNI에서의 접속 대역폭에 대한 계속적인 수정 요구 등에 따른다. 또한 ATM 망의 특징으로서 하나의 호를 통하여 여러 개의 수신 CPE와의 연결이 가능하다는 것이 호의 과부하를 초래할 수도 있다.

ATM 망에서의 다자간 통신의 보장은, UNI에서 64kbps VC가 약 2,000 채널 정도 설정이 가능하므로, VOD나 영상회의 등과 같이 UNI에서의 여러 개의 VC를 요구하는 서비스들은 하나의 호를 통하여 여러 개의 연결 요구 신호를 만들게 된다. 문제는 이러한



〈그림 2〉 ATM 통신망에서의 호출

2,000개의 서로 다른 VC들과의 접속이 요구될 때, 비단 접속 노드 뿐만 아니라, 망의 다른 부분들도 과부하의 영향을 받게 된다. 이에 따라, 사용자들은 호 접속 확률 보장, 호 접속 지연 및 호 해제 지연 등과 같은 호 접속 요구 QoS를 제대로 서비스 받지 못한다. <그림 2>에서 이러한 상황을 보여 주고 있다. 이러한 UNI에서의 여러 개의 채널 접속을 요구하는 호에 대한 문제가 발생하는 경우는 다음과 같다. ① UNI에서 다자간 연결을 위한 하나의 호 요구, ② UNI에서 다자간 접속으로부터의 연결 해제 요구, ③ UNI에서 여러 개의 접속에서의 대역폭 변경 요구, 및 ④ UNI에서 짧은 시간에 다자간 접속을 요구하는 여러 개의 호 접속 요구가 그것이다.

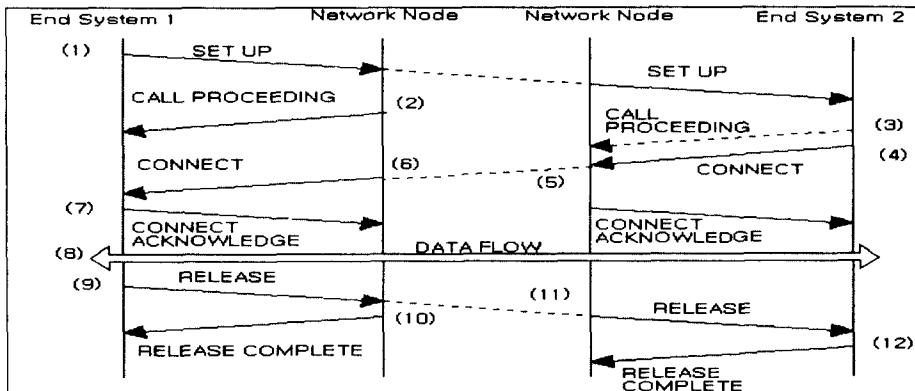
이러한 짧은 시간 동안에 많은 호를 처리하는 데에는 매우 비싼 투자가 요구 된다. 그러나 적절한 호 접속 요구의 지침이 결정된다면 이러한 투자 없이도 제대로 망을 사용할 수 있게 할 수 있다.

3. ATM망의 호 연결 제어 및 망 자원 사용 평가 시뮬레이터의 구현

적절한 호 접속 요구의 지침을 결정하고, 반복되는 호 연결 요구에 따라 변화되는 망의 자원 사용과 호 처리 성능의 평가를 위하여 가상 ATM 망을 구현하여 데이터를 얻었는데, 먼저 점대점 통신을 위하여 두 개의 단말기(End system 1 과 2)는 두 개의 분리된

UNI를 통하여 ATM 망을 이용하여 연결되고, 호 요구 메시지를 전송하고, 호를 해제하는 절차는 다음과 같다.

- (1) 호출측 단말기(ES1)가 수신측 단말기(ES2)와 연결을 원하면, 양단의 노드를 구분하고 연결 특징을 포함하는 SETUP 메시지를 망의 UNI에 보낸다.
- (2) 망의 노드는 SETUP 메시지를 받았음을 CALL PROCEEDING 메시지를 이용하여 ES1에 보내고, ES1으로부터 받은 정보를 이용하여 NNI와 ES2측 UNI에 SETUP 메시지를 전송한다. 이때 SETUP 메시지는 VPI/VCI 값을 가지고 있다.
- (3) ES2가 SETUP 메시지를 받으면, CALL PROCEEDING 메시지를 이용하여 ES2 측 UNI에 보낸다.
- (4) ES2가 연결을 수락하면, CONNECT 메시지가 ES2 측 UNI에서 NNI으로 보내진다.
- (5) CONNECT 메시지가 ES2측 UNI에 도착하면, CONNECT Acknowledge 신호를 ES2에 보낸다.
- (6) CONNECT 메시지를 NNI에서 ES1측 UNI로 전송되며, Acknowledge 신호가 필요한 곳에서는 보낸다.
- (7) ES1이 CONNECT 메시지를 받으면, CONNECT Acknowledge 신호를 ES1 측 UNI에 보낸다.
- (8) 연결된 경로를 따라, 데이터를 전송한다.
- (9) ES1이 해제를 요구하면, UNI에 해제 요구 신호를 보낸다.
- (10) ES1측 UNI에서는 해제가 완료되었음을 RE-



<그림 3> ATM 망에서의 점대점 연결을 위한 Q.2931 제어 신호 흐름

LEASE COMPLETE신호를 이용하여 ES1에 보낸다.

- (11) NNI를 거쳐 전달된 해제 요구 신호는 ES2측 UNI를 통하여 ES2에 전달된다.
- (12) ES2는 해제가 완료되었음을 RELEASE COMPLETE신호를 UNI에 보냄으로써, 연결이 종료된다.

이러한 절차를 <그림 3>에서는 ATM 망의 점대점 연결을 위하여 호출 사용자측 UNI에서 일어나는 사건과 교환되는 메시지 관계를 보이고 있다.

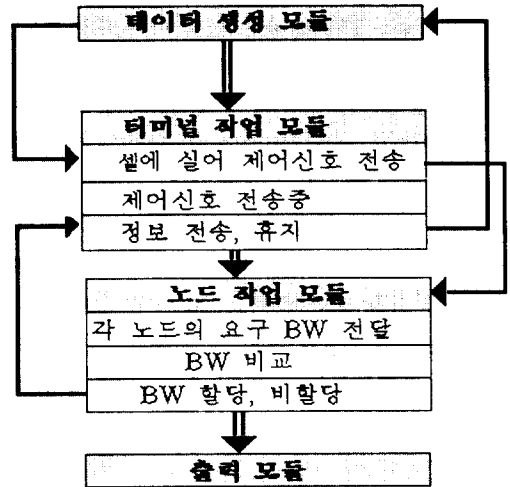
ATM 통신망 상에서 임의로 발생한 호에 따라서 UNI와 NNI를 포함하는 통신망 시뮬레이션의 흐름은 <그림 4>와 같이 크게 4개의 모듈로 구성되며, 각 모듈은 서로 유기적인 관계를 가지고 있다.

데이터 생성 모듈은 실제 데이터를 생성하는 역할을 하는 것으로 시뮬레이션의 시작이나 데이터 작업 모듈에서 정보를 모두 전송한 경우에 실행하게 된다. 터미널 작업 모듈은 전송할 데이터가 데이터 생성 모듈에서 발생하면 셀에 제어 신호를 실어서 전송하는 부분, 제어 신호가 전송되고 있는 중에 제어 신호의 도착 여부를 살펴보는 부분, 그리고 제어 신호가 도착하여 실제 정보를 전송하거나 휴지기간의 작업을 담당하는 부분의 세 구성 성분으로 구성되어 있다.

노드 작업 모듈은 각 노드에서 수행하는 작업으로 도착한 셀의 정보를 검색하여 터미널의 요구 대역폭을 검사하고 링크의 사용 가능한 대역폭과 비교하여 이에 관한 정보를 되돌리는 작업을 수행한다. 마지막으로 출력 모듈은 위의 세 모듈에서 만들어진 정보를 파일로 출력하는 역할을 담당한다.

이와 같은 호 처리 과정과 호의 접속에 따른 자원의 예약 관계를 살펴보기 위하여 사용된 통신망의 구성은 <그림 5>와 같은 형태이고, C를 이용하여 구현되어 SUN Sparc-20 상에서 실행되었다[10, 11].

가상 통신망은 155Mbps 전송속도를 갖는 링크로 연결되어 있는 네 개의 광역망의 중계국 노드로 구성되어 있으며 각각의 노드에 접속된 터미널의 개수는 서로 다르게 구성되어 있다. 각각의 노드에 접속된 터미널들은 망의 UNI와 접속된 경우를 의미하는데, 노드와 노드간의 통신은 원거리의 접속으로 근거리 통



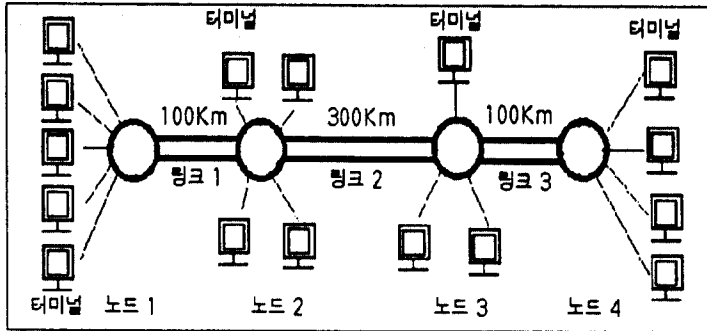
<그림 4> 통신 시뮬레이션의 모듈 구조

신망을 서로 연결한 광역 통신망에 해당한다.

통신망의 거리 설정은 링크 1은 100km, 링크 2, 링크 3은 각각 300km, 100km가 되도록 하였고, 실제 통신망에서는 양방향의 통신이 사용되지만 가상 통신망에서는 노드 1에서 노드 4로 가는 단방향의 통신으로 구성하였다. 각 노드는 다음 노드 사이의 링크에서 사용 가능한 현재 대역폭 정보를 가지고 접속요구 신호가 전달되면 링크에서 사용 가능한 대역폭에 따라 할당한다. 이러한 대역폭의 예약이 소스 터미널과 수신 터미널 사이에서 완료되면, 할당된 대역폭을 사용하여 정보를 전송하게 된다. 따라서 링크는 예비 대역폭과 실제 할당된 대역폭 정보를 모두 가지고 있어야 한다.

통신망에서 호 제어 신호의 전달에 관한 시뮬레이션은 셀에 신호의 할당에 적합한 정보를 실어 보냄으로써 제어 신호를 전달하는 방식으로 이루어진다. <그림 5>에서와 같이 터미널에서 만들어진 데이터 정보를 셀에 실어 보내면 목적인 노드에서 대역폭을 할당하고 사용 가능하다는 신호를 전달한다. 그러면 그 신호를 전달받은 터미널은 비로소 데이터의 전송을 시작하게 되는데 이러한 과정이 반복되는 형태로 통신망의 시뮬레이션을 설계하였다.

각 노드에서는 단방향의 통신만 구성하였으므로 변



〈그림 5〉 가상 통신망의 구성

호가 낮은 노드에서 높은 노드로의(Up Stream) 호의 전달은 가능하지만 번호가 높은 노드에서 낮은 노드로의(Down Stream) 호의 전달은 가능하지 않고 제어 신호만 상호 교환할 수 있도록 구성하였다.

(1) 호의 발생 및 대역폭 요구 데이터의 생성

호 발생 및 요구 대역폭 데이터는 터미널에서 만들어지게 되는데 〈그림 6〉에서 보이듯이, 각 터미널은 전송 데이터가 발생하여 호의 접속 요구가 발생하는 ON 상태와 전송이 없는 OFF 상태를 가지게 되고, ON 상태에서는 연속적으로 데이터가 전송된다고 가정하였다. 상태 변화율은 $\alpha = 0.6$, $\beta = 0.4$ 로 정하였다. 또한 ON 상태에서의 최고 대역폭 요구량은 지수함수 분포를 가지며, 평균 대역폭 요구 값은 10Mbps 이고, 최대 요구 값은 40Mbps가 사용되었다. 또한 최대 ON 상태 지속 시간은 5,000 셀 타임이고, 1셀(Cell) 타임은 $2.735 \mu sec$ (53Bytes/155Mbps)이고, ON, OFF 상태 지속 시간은 지수함수적인 분포를 갖도록 하였다.

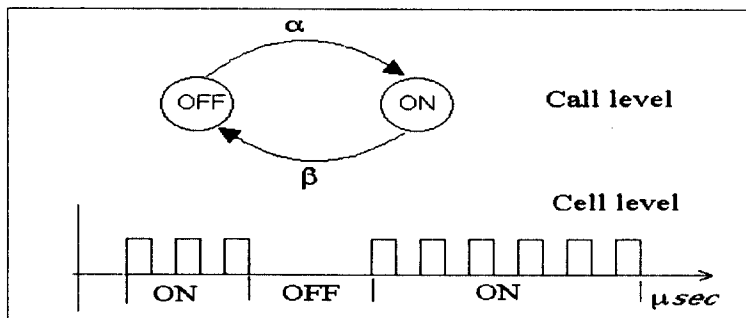
(2) 제어 신호의 전달

제어 신호는 각 링크에 현재 사용 가능한 대역폭을 터미널에서 요구하는 대역폭과 비교할 수 있도록 터미널에서 생성된 정보를 제어 신호를 전달하기 위하여 설계한 셀에 실어 보내는 것을 의미한다. 호 처리 과정에서 보듯이 데이터의 전송이 있기 전에 우선 호 접속 요구 정보를 전달하기 위해서는 제어 신호를 전달하여야 하는데, 이것은 데이터 전송로와 별도로 구성된 제어 신호만 SVC(Signalling Virtual Channel)경로[12, 13]를 통하여 이루어지도록 하였다.

실제 데이터의 전송은 단 방향으로 설계되었고, 호 제어 신호는 양방향으로 통신이 이루어지게 하여, SETUP, RELEASE, CONNECT, ACKNOWLEDGE 등의 호 접속 신호와 크랭크백 신호를 교환할 수 있도록 설계하였다.

(3) 대역폭 할당

셀에 실려 전달되는 제어 신호가 각 목적 노드에 도



〈그림 6〉 계층적인 ATM 트래픽의 모델링

달하면, 요구된 대역폭과 전송에 필요한 링크들이 현재 사용 가능한 대역폭과의 비교를 통하여 대역폭을 할당하게 된다. 사용 가능한 대역폭이 요구하는 대역폭보다 많은 경우에는 요구하는 대역폭을 할당하여 주며 할당되었다는 신호를 다시 발신 터미널로 보내게 된다.

링크에서 현재 사용 가능한 대역폭이 요구 량보다 작을 경우에는 적은 대역폭을 할당한다. 이러한 경우에는 실제 전송되는 데이터의 전송 시간이 데이터 생성 시에 요구되는 전송 시간보다 길게 되도록 설계하였다. 링크가 완전히 사용되고 있는 경우에는 대역폭이 할당되지 않았다는 신호를 발신 터미널로 보내게 된다.

(4) 데이터의 전송

목적 노드에서 대역폭의 할당을 한 후, 그 신호가 발신 노드에 도착하게 되면 비로소 데이터의 전송이 시작된다. 대역폭을 할당받지 못한 경우에는 다시 대역폭의 할당을 요구하는 신호를 목적 노드로 보내게 되고, 전송이 끝나게 되면 OFF 나 ON 상태에로의 전이에 따라 새로운 데이터가 생성되거나, OFF 상태에서 머물게 된다.

4. 호 접속 요구 방식에 따른 망의 성능 평가

1) 호 접속 요구 방식

본 논문에서 사용한 호 접속 요구 방식은 발신 CPE에서 호가 발생하여 제어 신호를 전달한 후 각각의 링크에서 터미널이 요구한 대역폭을 확보하지 못하였을 경우에 재호출을 하는 방법에 관한 것으로, 즉시 재호출 방식과 임의 대기 재호출 방식을 사용하였다.

(1) 즉시 재호출 방식(Direct Recall Method : DRM)

이 알고리즘은 호를 발생한 후 목적지의 노드에서 호를 받아들일 수 없다는 신호를 보냈을 때, 이 신호가 사용자가 호를 발생한 노드에 도착하게 되면 즉시 받아들여지지 않은 호 접속 요구 신호를 다시 전달하게 하는 방법이다.

(2) 임의 대기 재호출 방식 (Back-off Recall Method : BRM)

이 알고리즘은 즉시 재호출과 달리 재호출의 호를 즉시 다시 보내는 것이 아니라 랜덤 함수를 이용하여 백오프(Back-off) 시간을 결정하고, 그 시간 동안 기다린 후에 호 설정 요구 신호를 다시 발생시켜서 호의 접속 여부를 전달하게 하는 방법이다. 백오프 시간은 [1000, 5000]셀 시간 크기의 구간에서 임의의 크기를 갖도록 설정되었다.

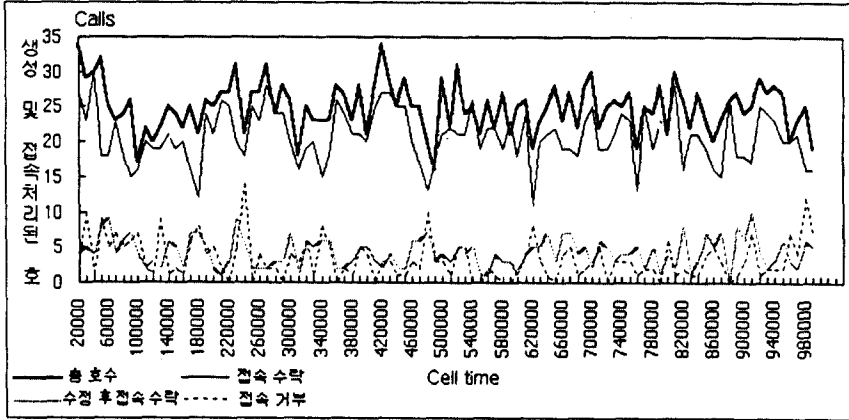
2) 호 접속 요구 방식들의 시뮬레이션 데이터의 수집 및 결과 분석 비교

본 논문에서는 각 노드의 터미널 수를 다르게 주었을 때에 대한 호의 접속도(호의 요구와 수락관계)와 망의 자원 중에서 링크의 대역폭의 사용 비율을 비교 분석하였다. <그림 7>에서 볼 때, 노드 1에 접속된 터미널들은 노드 2, 3, 4에 연결된 터미널들과의 통신이 가능하고, 노드 2에 연결된 터미널들은 노드 1에 연결된 터미널 외에는 호의 연결이 가능하다. 마찬가지로 노드 2 와 3에 연결된 터미널들도 노드 수가 큰 노드에 연결된 터미널로만 전송을 한다고 가정한다.

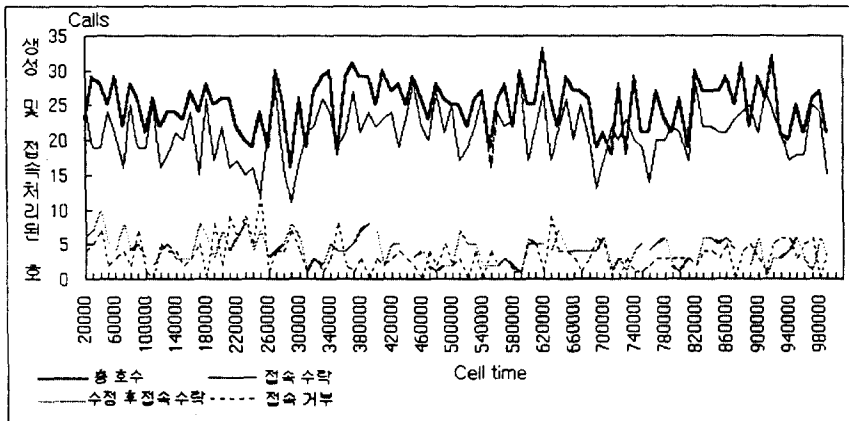
(1) 시뮬레이션 데이터의 수집

첫 번째 시뮬레이션은 망을 이용하는 터미널 수가 총 31개가 되도록 구성하였다. 이 때 각 노드의 터미널 수를 살펴보면 노드 1의 터미널은 10개, 노드 2의 터미널은 8개, 노드 3과 노드 4의 터미널은 각각 7개, 6개가 되도록 구성하였다. 또한, 터미널의 총수가 55개 및 76개인 경우에도 성능을 비교하였는데, 각 경우에 구성된 노드 분포는 다음과 같다. 터미널의 총수가 55개인 경우는 노드 1, 노드 2, 노드 3, 노드 4의 터미널 수는 각각 18개, 15개, 12개, 10개이고, 터미널의 총수가 76개인 경우에는 노드 1에 24개, 노드 2가 20개, 노드 3이 17개 그리고 노드 4가 15개로 구성되었다.

각 경우에 있어서, 두 가지의 재호출 방식에 따른 호 발생수 및 연결, 거절 및 수정 연결된 경우를 때



〈그림 7〉 즉시 재호출 방식의 호 생성과 연결(총 터미널 수: 31)



〈그림 8〉 임의 대기 재호출 방식의 호 생성과 연결(총 터미널 수: 31)

10,000 셀 타임마다 기록하였고, 대역폭 사용의 변화를 측정하였다.

〈그림 7〉과 〈그림 8〉에는 망에 접속된 총 터미널 수가 31개인 경우에 있어서 측정된 호 접속 요구와 수락 관계를 보이고 있다. 만일 어떤 호에 대하여 그 호가 요구한 최대의 대역폭이 아니지만, 호출자와의 협상에 의하여 수정된 대역폭을 주는 조건으로 호가 연결된 경우의 수도 성능 평가 그림들에는 「수정 후 접속 수락」이라는 라벨로 표시되었다.

그림에서 살펴보면 대체적으로 임의의 백오프 시간 동안 기다려서 재호출하는 임의 대기 재호출 방식의 경우가 즉시 재호출하는 경우보다 접속 수락 호의 수

가 많으며 요구하는 대역폭을 전부 할당받은 경우도 많은 것을 알 수 있다. 이와 같은 현상은 터미널 총 수가 증가해도 계속되었는데, 다음의 접속을 비교해서 이를 상세히 설명하였다.

(2) 재 호출 방식들의 접속을 비교

앞에서 설명한 것과 같이 측정된 재 호출 방식들의 접속율들에 관한 데이터를 터미널 총 수가 각기 다른 경우에 대하여 호의 발생, 대역폭의 전체 할당, 부분 할당 및 할당되지 않은 경우의 결과를 〈표 1〉에 기록하였다.

여기서 대역폭의 '전체 할당'은 요구한 대역폭 전

〈표 1〉 터미널의 총수가 31, 55, 76개일 때 재 호출 방식들의 비교

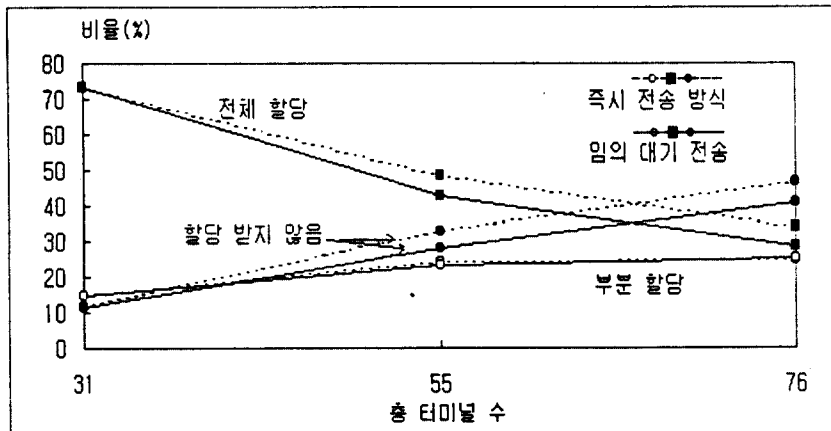
총터미널 수		호출		전체 할당		부분 할당		할당되지 않음	
		처음시도 호 수	재시도 호 수	호 수	비율 (%)	호 수	비율 (%)	호 수	비율 (%)
31	즉시 전송 방식	2,485	329	2,061	73.2	419	14.9	334	11.9
	임의 대기 전송 방식	2,501	326	2,078	73.5	417	14.8	332	11.7
55	즉시 전송 방식	3,201	1,578	2,028	42.4	1,166	24.4	1,585	33.2
	임의 대기 전송 방식	3,168	1,228	2,121	48.3	1,034	23.5	1,241	28.2
76	즉시 전송 방식	3,634	3,098	1,931	28.7	1,682	25.0	3,119	46.3
	임의 대기 전송 방식	3,421	2,351	1,954	33.9	1,455	25.2	2,363	40.9

부를 할당 받은 경우이고, ‘부분 할당’은 요구한 대역폭 전부를 할당 받지 못하고, 일부분을 재 협상에 의하여 할당받은 경우를 나타낸다. 또한 ‘할당받지 못함’은 발생된 호가 여러번 재시도를 하였지만, 전혀 대역폭을 할당받지 못한 경우를 나타낸다.

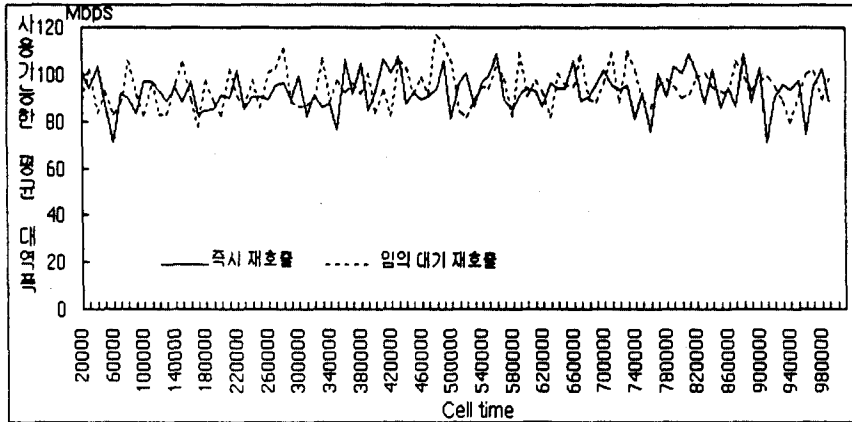
〈표 1〉의 데이터를 도식화하면 〈그림 9〉와 같이 된다. 이 그림에서 보면, 총 터미널 수가 증가함에 따라 전체 할당 비율이 급격하게 줄어드는데, 이것은 최대 대역폭 요구가 40Mbps인 점을 고려하면 타당한 결과

라 볼 수 있다. 그러나, 전체 할당 비율이 총 터미널 수가 31일 때와 76일 때를 비교해 보면, 즉시 재 호출 방식이 임의 대기 재 호출 방식 보다 훨씬 빠르게 할당 비율이 줄어드는 것을 알 수 있다. 이렇게 전체 할당 비율이 줄어들어 따라, 부분할당이 늘어가는데, 부분 할당 비율은 두 경우가 거의 비슷하게 이루어짐을 알 수 있다.

즉시 재 호출 방식이 임의 대기 재 호출 방식보다 대역폭의 할당 비율이 낮은 이유로는 망 전체의 상태



〈그림 9〉 재 호출 방식들의 대역폭 할당 비율 비교



〈그림 10〉 터미널의 총수가 31개일 때 평균 사용 가능 대역폭

가 호 접속이 실패한 이후에 크게 변화되지 않는 상황에서, 다시 호 접속 요구를 하기 때문에 결과적으로 망의 자원이 불필요하게 낭비됨을 의미한다고 볼 수 있다. 이것은 망의 특정 지역에 체중이 발생하면 그곳을 통과하는 모든 트래픽이 영향을 받게 되므로 나타나는 현상이다. 따라서, 임의 대기 재 호출 방식에서와 같이 호 접속 요구가 거부된 다음부터 재 호출 시간까지 일정 시간이 소요되도록 하여서, 불필요한 자원 예약에 따른 망의 자원 낭비와 과도한 호 접속 요구를 제어할 필요가 있다.

〈그림10〉은 즉시 재 호출 방식과 임의 대기 재 호출 방식을 사용하였을 때 트래픽 전송에 사용할 수 있는 남은 대역폭의 평균을 10,000 셀 타임마다 나타낸 것이다. 그림에서 살펴보면 임의 대기 재 호출 방식을 나타내는 점선이 즉시 재 호출 방식을 나타내는 실선보다 위에 위치함을 알 수 있다. 이것은 호 접속 요구가 진행됨에 따라, 자원의 예약이 이루어지므로 임의 대기 재 호출 방식의 경우가 즉시 재 호출의 경우보다 대역폭을 적게 사용하고 있음을 나타낸다. 즉, 전송에 사용되는 대역폭과 자원 예약 관계로 소비되는 대역폭의 합을 제외하고 남은 링크의 대역폭을 살펴 볼 때, 즉시 재 호출 방식의 경우는 실제 데이터 전송 보다는 실패한 호 접속 요구에 의하여 망의 자원이 낭비되고 있음을 의미한다고 볼 수 있다. 전체 평균 사용 가능 대역폭의 경우 즉시 재 호출의 경우

가 91.85Mbps이고 임의 대기 재 호출 방식이 93.40Mbps로 나타나 즉시 재 호출 방식의 경우가 임의 대기 재 호출 방식의 경우에 비하여 1.7% 정도 대역폭을 더 많이 사용하고 있다. 이것을 〈표 1〉의 접속도와 비교하여 본다면, 비효율적으로 망의 대역폭을 사용하고 있음을 알 수 있다.

링크의 대역폭을 활용을 비교하기 위하여, 총 터미널 수가 31개, 55개 및 76개인 경우에 전체의 평균적으로 사용 가능한 대역폭과 상대적인 효율 증가율을 〈표 2〉에서 보이고 있다.

효율 증가율은 두 방식에서의 사용 가능한 대역폭 차이를 즉시 전송 방식 대역폭 값으로 나누어서 구한 것으로, 임의 대기 전송 방식이 대역폭을 효율적으로 사용하는 정도를 보인다. 〈표 2〉에서 보면, 망에 연결된 총 터미널 수가 증가함에 따라, 효율 증가율이 점차 커지고 있으므로 전국 단위의 ATM 망에서는 반드시 임의 대기 전송 방식을 이용하여 호의 재 호출이 발생되도록 할 필요가 있다고 본다.

(3) 터미널 수와의 관계

터미널 수를 증가시키에 따라서 각 알고리즘의 효율성과 접속도의 변화를 살펴보면 다음과 같은 결과를 얻을 수 있다. 접속도의 변화를 살펴보기 위하여 즉시 재 호출 방식에 대한 임의 대기 재 호출 방식을 사용하였을 경우의 전체 할당 증가 비율을 나타내면 〈표

〈표 2〉 터미널의 총수가 31, 55, 76개일 때 사용 가능한 평균 대역폭

	터미널 수: 31		터미널 수: 55		터미널 수: 76	
	사용 가능 대역폭 (Mbps)	효율 증가율 (%)	사용 가능 대역폭 (Mbps)	효율 증가율 (%)	사용 가능 대역폭 (Mbps)	효율 증가율 (%)
즉시 전송 방식	91.85	1.6	74.90	4.3	65.86	4.6
임의 대기 전송 방식	93.40		78.12		68.91	

3)과 같다. 이때, 전체 할당 증가 비율은 식 (1)과 같이 결정 되었다.

$$\left(\frac{\text{BRM 호 접속율} - \text{DRM 호 접속율}}{\text{DRM 호 접속율}} \right) \times 100 \% \quad (1)$$

〈표 3〉에서 보는 바와 같이 임의 대기 재호출 방식에서의 호 접속 성공율이 즉시 재호출 방식의 성공율에 비하여 터미널의 총수가 증가함에 따라 비례적으로 증가함을 알 수 있다.

〈표 3〉 터미널 총수가 31개에서 76개로 변화함에 따른 BRM과 DRM 접속 성공율 비교

총 터미널 수	전체 할당 증가 비율(%)
31	0.4
55	13.9
76	18.1

터미널이 31개일 경우에는 0.4% 정도 임의 대기 재호출 방식이 더 효율적인데 비하여 터미널의 총수가 76개로 늘어나면 18.1%가 더 효율적인 것으로 나타나서, 약 46배 정도로 임의 대기 재호출 방식을 사용하였을 경우의 접속률이 증가 되고 있음을 알 수 있다. 따라서 더 많은 노드와 터미널을 연결시키게 되면 즉시 재호출 방식을 사용하는 것보다는 임의 대기 재호출 방식을 사용하는 것이 더 효율적일 것이다.

위의 모든 결과를 종합하여 보면, 모든 경우에 즉시 재호출 방식의 알고리즘을 사용하는 것보다 임의 대기 재호출 방식의 알고리즘을 사용하는 것이 접속도는 더 좋으면서도 링크의 대역폭은 적게 사용하므로 통신망을 더 효율적으로 사용할 수 있음을 알 수

있다. 그리고 이러한 것은 각 노드에 따른 터미널 수가 적을 경우보다 많을 경우에 그 차이가 더욱 크게 나타나, 많은 수의 노드와 터미널이 존재하는 실제적인 ATM 통신망의 경우에는 즉시 재호출 방식을 사용하는 것보다는 임의 대기 재호출 방식을 사용하는 것이 통신망을 더욱 효율적으로 사용할 수 있음을 보이고 있다.

5. 결론

본 논문에서는 시뮬레이션을 이용하여 ATM 통신망에서의 짧은 시간에 발생하는 호의 재호출 현상을 가상 ATM 통신망을 통하여 연구하였다. 구현된 ATM 통신망에 접속된 터미널의 총수를 증가시키면서, 재호출을 즉시 시도하는 방식과 임의 대기 시간만큼 기다린 후에 시도하는 방식을 비교하여 ATM망 자원의 사용과 호의 접속 성공률을 살펴보았다.

얻어진 데이터의 분석 결과, 임의 대기 시간만큼 기다린 후에 전송하는 방식이 통신망에서 호를 더 많이 받아들이고 불필요한 예약에 드는 망의 대역폭을 더 적게 사용하므로 통신망을 유용하게 사용할 수 있음을 알 수 있었다. 그리고 이러한 현상은 ATM 망을 이용하는 터미널의 수를 늘림에 따라 그 차이가 더 크게 나타남도 알 수 있었다.

그러므로, ATM 통신망에서 호가 수락되지 못한 경우에, 재호출을 할 때는 즉시 재호출을 하는 것보다는 임의 대기 시간만큼 기다린 후에 사용하는 알고리즘을 적용하도록 LAN이나 라우터를 이용하거나 PC나 워크스테이션과 같은 개인 사용자 장치에 권고하는 것이 필요하다. 임의 대기 재호출을 적용하여 호

를 발생시키면, 접속이 되지 않을 때에 불필요한 ATM 망에의 호 접속 요구를 최소한으로 줄이므로, ATM 망 자원의 낭비를 막고 호 처리 QoS를 보장할 수 있을 것이다.

【참고문헌】

[1] Minoli, D. and Keinath, R., Distributed Multimedia Through Broadband Communications, Artech House, 1994.

[2] Rumsewicz, M.P. and Smith, D.E., "A Comparison of SS7 Congestion Control Options During Mass Call-In Situations," IEEE/ACM Networking, Vol.3, No.1, pp.1-9, Feb.1995.

[3] Shinomiya, T. and Murakami, H., "Proposed QoS Study Items of Call processing," ATM Forum/94-1035, ATM Forum Technical Committee, Nov.29 - Dec.1, 1994

[4] 이병기, 강민호, 이종희, 광대역 정보 통신, (주)교학사, 1994.

[5] Onvural, R.O., Sandick, H. and Cherukuri, R., "Structure and use of signalling in B-ISDNs," Computer Networks and ISDN Systems, Vol.28, pp. 306-323, 1996.

[6] Correspondence Document for Q.20/13, Source ITU-T SG13 Q.20/13 Rapportuer.

[7] Spiegel, E.M. and Suzuki, H., "Signalling Procedures and Coding for Crankbak," ATM Forum/94-0917, ATM Forum Technical Committee, Sept.25-30, 1994.

[8] Swallow, G., "A Weakness in Crankback," ATM Forum/94-0787, ATM Forum Technical Committee, Sept.25-30, 1994.

[9] Spiegel, E.M., "An Approach to Point-to-Multipoint Routing and Signaling," ATM Forum/94-0918, ATM Forum Technical Committee, Sept.25-30, 1994.

[10] Haviland, K. and Salama, B., UNIX System Programming, 1994.

[11] SunSoft, SPARC Compiler C User's Guide,

SunSoft, 1994.

[12] ITU-T: Recommendation I.320, 'B-ISDN General Networks Aspects,' Rev.1, Geneva, 1993.

[13] Franz, R., Gradischnig, K.D., Huber, M.N. and Stiefel, R., "ATM-Based Signaling Network Topics on Reliability and Performance," IEEE JSAC., Vol. 12, No.3., pp.517-524, April 1994.

[14] Marsan, M.A., Cigno, R.L., Munafo, M. and Tonietti, A., "Simulation Of ATM Computer Networks with CLASS," Computer Performance Evaluation, Springer-Verlag, pp.159-179, 1995.



송기상
 1983년 아주대학교 전자공학과 졸업(학사)
 1985년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(석사)
 1994년 University of Washington 전기공학과 졸업(Ph. D.)
 1985년-1990년 한국원자력 연구소 연구원
 1990년-1993년 문교부 국비유학생
 1994년-1995년 한국전자통신연구소 선임연구원
 현 재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 전임강사
 관심분야: ATM 네트워크, 분산 멀티미디어, Software Engineering, CIM, 원격 교육 및 컴퓨터를 이용한 교육



이 진
 1994년 한국교원대학교 수학교육과 졸업(학사)
 1996년 한국교원대학교 컴퓨터교육과 졸업(석사)
 관심분야: ATM 네트워크, 원격 교육, 컴퓨터를 이용한 교육