

論文98-35S-10-6

ATM망에서 비연결형 데이터 트래픽 전달을 위한 폭주 제어 방안

(A Congestion Control Scheme for transmitting Connectionless Data Traffic in ATM Network)

朴天寬*, 全炳千**, 金暎善**

(Chun-Kwan Park, Byung-Chun Jeon, and Young-Sun Kim)

요 약

본 논문은 CL(ConnectionLess) 가입자와 CL 서버간, CL 서버간, 그리고 종단간 CL가입자간 궤환 루프와 CL서버의 헤더 변환 테이블을 이용하여 CL 중첩망의 폭주 제어 방안을 제안한다. ITU-T(International Telecommunication Union-Telecommunication)에 의하여 정의된 CBDS(Connectionless Broadband Data Service)을 위한 CL 중첩망은 프레임을 라우팅해 주는 CL 서버와 CL 가입자와 CL서버 또는 CL 서버를 연결해주는 링크들로 구성된다. 이와 같은 CL 중첩망에서, 두 종류의 폭주, 즉, CL 링크 폭주와 CL 서버 폭주가 일어날 수 있다. 본 논문에서 두 종류의 폭주를 해결할 수 있는 방안을 제시한다. 링크-바이-링크 방법 [18]은 CL가입자와 CL서버간 또는 CL 서버간 ATM 계층의 ABR(Available Bit Rate) 궤환 루프와 CL 서버의 헤더 변환 테이블을 이용한다. 그러나 이 방법은 출력 가상 채널의 폭주 발생시 링크를 통해 전송되는 모든 트래픽에 영향을 주게 되어 폭주에 관여하지 않은 트래픽에게도 영향을 주어 이 트래픽이 출력되는 모든 가상 채널의 링크 이용도가 떨어지게 된다. 이와 같은 단점을 보완하기 위하여 본 논문에서 제한한 하이브리드 방법은 링크-바이-링크 방법의 ABR 궤환 루프, CL 계층의 종단의 CL 가입자간 궤환 루프, 그리고 헤더 변환 테이블을 이용한 폭주 상태를 이용한다. 이 방안은 링크-바이-링크 루프와 헤더 변환 테이블을 이용하여 폭주에 즉시 대처하고, 다음에 종단간 루프를 이용하여 실제 폭주에 관여한 CL 가입자의 전송속도를 조절하는 것이다.

Abstract

This paper suggests a congestion control scheme for CL (ConnectionLess) overlay network using the feedback loops between CL user and CL server, between CL servers, and between end-to-end CL users, and the header translation table of CL server. The CL overlay network for CBDS(Connectionless Broadband Data Service) defined by ITU-T(International Telecommunication Union-Telecommunication) consists of CL servers which route frames and links which connect between CL user and CL server or between CL servers. In the CL overlay network, two kinds of congestion, CL link congestion and CL server congestion, may occur. We considered the schemes to solve the congestion. link-by-link method^[18] has used the ABR feedback loops of ATM layer between CL user and CL server or between CL servers, and the congestion table using header translation table of CL server. As in congestion of output virtual channel this method has an effect on all the traffic transmitting through the link, then it has an effect on the traffic that has not caused the congestion. As a result, the link utilization of output virtual channel that does not bring the congestion and outputs the traffic is decreased. To overcome this drawback of link-by-link, we proposed the hybrid method that are using the ABR feedback loops of link-by-link method, the feedback loop between CL users in end-to-end, the congestion table using and the header translation table. This scheme deals with the congestion immediately by link-by-link loops and the header translation table, and then regulates the sending rate of CL user that causes the congestion by end-to-end loop.

* 正會員, 國立木浦海洋大學校 電子通信工學部
(Mokpo National Maritime University, Faculty
of Marine Electronics & Communications Eng.)

** 正會員, 韓國電子通信研究院

(Electronics and Telecommunications Research
Institute(ETRI))

接受日字: 1998年3月25日, 수정완료일: 1998年9月29日

I. 개 요

ATM망에서 모든 데이터는 고정 길이의 셀로 전송되고, 높은 전송속도와 짧은 셀 길이 때문에, 셀 전송 시간에 대한 전송 지연의 비와 셀 전송 시간에 대한 셀 처리 시간의 비는 기존 망보다 현저히 증가된다. 이것은 기존 망이 지원하는 채널 전송속도에서 채널의 전달 지연과 망 스위칭 노드에서의 처리 속도로 변환을 의미한다^{[1] [2] [3]}. 따라서 ATM망의 흐름 및 폭주 제어에 대한 관심사는 두개의 ATM 스위칭 노드 간 진행중인 셀들이 직면하는 다양한 전송 및 스위칭 조건에 대한 처리 방법에 있다.

LAN 어플리케이션은 UBR(Unspecified Bit Rate)이라 불리는 "최선 노력(best effort)" 서비스 부류로 취급되었다. 그러나 UBR는 간단하고 저렴하지만 적당한 서비스 품질을 보장해줄 수 없기 때문에 ABR이라 불리는 ATM서비스 부류를 통하여 가장 효율적으로 처리될 수 있을 것이다^{[3] [4] [5]}. 그리고 ABR 서비스는 망 폭주에 의한 셀 손실을 방지하고 최소한의 대역폭을 제공할 수 있는 계획을 통한 반응적인 폭주 제어 방식을 적용하도록 규정하고 있다^{[6] [7] [8]}.

ATM망에서 CBDS를 제공하기 위한 CL망은 데이터 트래픽을 적당한 가상 링크로 라우팅해 주는 CL서버들, 그리고 CL가입자와 CL서버간 또는 CL서버간을 연결시켜 주는 가상 링크들로 구성된다^{[9] [10]}. CBDS는 비 실시간 데이터 전송 서비스에 적합하기 때문에, CL중첩 망을 구성하는 가상 링크는 ATM계층의 ABR접속을 이용하고, CL가입자와 CL서버는 ABR연결의 종단 점이 된다. 이런 구성하에서 CL트래픽이 폭주가 되는 원인은 다음과 같다. CL서버간의 물리 링크상에는 CBR, VBR, ABR 트래픽이 혼합되어 있다. 이 트래픽중 ABR서비스 부류에 속하는 CL 데이터 트래픽은 MCR(Minimum Cell Rate)를 통하여 망으로부터 최소 대역폭만 보장 받고, CBR과 VBR이 사용하지 않는 여분의 대역폭을 이용하기 때문에 CBR과 VBR 트래픽이 증가하면 CL데이터 트래픽에 할당되는 대역폭 감소하게 되어 CL링크상에서 CL트래픽이 폭주가 된다. 그리고 CL계층 폭주는 CL 트래픽이 CL서버의 특정 출력 가상 채널로 집중되어 링크의 대역폭을 초과하는 트래픽이 입력되기 때문에 발생한다.

본 논문에서는 위에서 언급한 폭주를 CL서버에서 해결하기 위하여 ATM계층의 링크 단위 ABR계획 루프와 헤더 변환 테이블을 이용한 폭주 상태표를 통한 링크 바이 링크 방법^[18]의 단점을 보완하기 위해 링크 바이 링크 방안에 CL계층의 종단간 계획 루프를 첨가한 하이브리드 방법을 제안한다.

II. ATM망에서 비연결형 데이터 서비스

ITU권고안 I.327은 ATM망에서 CL 데이터 서비스를 제공하는 데 있어서 통신하고자 하는 단말간 ATM 가상 채널을 통하여 직접 접속하는 간접 제공 방식과 ATM망에 CL 데이터 셀의 라우팅 기능을 수행하는 CL서버를 사용하는 직접 제공 방식을 권고하고 있다^{[9] [10]}. 단말간에 연결된 가상 채널을 통하여 CL 데이터를 교환하는 방법에는 단말간 반영구(semi-permanent) 또는 영구(permanent) 가상 채널을 설정하고 이 채널을 이용하여 데이터를 전달하는 방법과 CL 데이터 프레임이 발생될 때마다 프레임의 목적지 주소 값을 이용하여 연결을 설정한 후 전달하는 방법이 있다.

영구 가상 채널 방법은 단말의 수가 증가하면 설정해야 하는 가상 채널 수가 급격히 증가하여 망 관리가 복잡하고 망 자원을 비효율적으로 이용하게 된다. 반영구 가상 채널 방법은 프레임마다 가상 연결을 설정하고 프레임 전달 후 설정되었던 연결을 해제해야 하므로 연결 설정에 의한 전달 지연이 클 뿐만 아니라 연결 설정 및 해제 절차가 빈번히 발생되어 교환기에 과다한 부하를 가하게 되는 단점이 있다.

CL 서버를 이용하는 방법은 CL 데이터를 발생하는 모든 단말과 CL 서버간에 일대일로 설정된 가상 채널을 통하여 모든 CL 데이터를 CL 서버로 집중시키고, 서버에서 프레임의 목적지 주소 값에 따라 라우팅하는 방법으로 망 자원을 효율적으로 이용할 수 있으나, 모든 CL 데이터가 집중되어 처리되므로 CL 서버에서 병목 현상이 발생할 수 있기 때문에 이를 해결할 수 있는 방안이 필요하다.

그림 1은 연결형 ATM망을 통하여 비연결형 데이터 서비스를 제공하는 CL 중첩망을 보여 주며 CL 서버는 미리 할당된 대역폭을 가진 몇 개의 가상 경로로 구성된 가상 중첩 망이다.

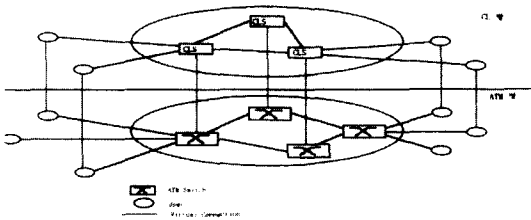


그림 1. ATM망에 중첩된 비연결형 망
Fig. 1. CL network overlay on ATM network.

이 그림에서 ATM망에 CL 데이터를 처리하는 CL 서버를 두고 IWF(Interworking Function)와 CL 서버간 연결은 하나의 접속을 통하여 이루어지고 ATM 망 내의 CL 서버간 연결도 하나의 접속을 통하여 이루어 진다. 이런 구성을 통하여 IWF에서 CL 서버로 CL 데이터를 전달하고, CL 서버는 목적지 주소를 참조하여 다른 CL 서버 또는 목적지 IWF으로 라우팅을 수행한다. CL 데이터 트래픽은 주로 공유 매체를 사용하는 LAN에서 발생하고 있으며 CL 데이터 트래픽은 IWF에서 CLNAP-PDU (Connectionless Network Access Protocol-Protocol Data Unit) 포맷으로 변환된 후 ATM 셀화 되어 비연결형 서버로 전달된다. CL 서버에서의 라우팅을 위하여 CL 서버로 프레임 전달시 LAN 주소를 E.164 주소 형태의 주소로 변환하는 기능(ARP : Address Resolution Protocol)을 가져야 한다^{[10] [12]}.

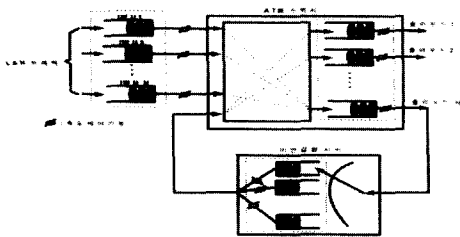


그림 2. CL서버가 연결된 ATM 스위치
Fig. 2. ATM Switch having CL Server.

그림 2는 ATM망에서 CL서버의 구성을 보여준다. CL 데이터 트래픽은 IWU (Interworking Function) 들과 CL서버간 가상 접속을 통하여 CL서버로 전송된다. CL서버에서 CL 데이터 트래픽은 CLNAP-PDU (Connectionless Network Access Protocol-

Protocol Data Unit)의 목적지 주소에 따라 CL서버와 CL가입자간 또는 CL서버간에 형성된 가상 연결을 통하여 목적지 IWU 또는 다음 CL서버로 라우팅 된다^{[9] [13]}.

III. ABR 서비스를 위한 폭주 제어

ABR 서비스를 적용하는 가상 연결(Virtual Connection)에서는 사용자가 요구하는 PCR(Peak Cell Rate)와 망이 제공하는 MCR(Minimum Cell Rate)에 의하여 대역폭이 규정되고 CLR(Cell Loss Rate)에 따라 요구되는 손실이 규정된다^{[14] [15]}. ABR의 기본적인 동작 메카니즘에 있어서, 송신원은 N개의 사용자 정보 셀을 전송한 후 RM셀을 순방향(송신원에서 수신단으로)전송한다. 수신단은 역 방향 RM셀을 송신원으로 돌려보낸다. 송신원은 CI(Congestion Indication)과 ER(Explicit Rate) 정보를 포함하고 있는 수신된 역 방향 RM셀에 따라 자신의 전송속도를 조절한다^{[6] [16] [17]}.

ABR 송신원은 RM셀을 주기적으로 전송하고 수신단에서는 망의 폭주 여부에 관계없이 RM셀을 송신원으로 반환시킨다. 망에서 폭주가 일어난 경우 ATM스위치에서 이 상태에 관한 조치(EFCI marking 기능, Relative Rate Marking 기능, Explicit Rate Marking 기능 등)를 취한 후 수신단으로 보내주면 수신단에서는 망의 폭주 상태, 허용 전송 속도 등을 RM셀에 표시하여 송신원으로 돌려 보낸다^{[8] [17]}.

IV. CL 중첩 망의 폭주 제어 방안

1. 캐환 루프 구성 방안

그림 3은 ATM망을 통한 CL트래픽 전달을 위한 프로토콜 스택에 본 논문에서 고려한 폭주제어를 위한 캐환루프 구성을 보여준다. 이 그림에서 CL가입자는 CL서버가 제공하는 비연결형 배어러 데이터 서비스를 CLAI를 통하여 액세스한다. CLAI에서 AAL상위 계층인 CL서비스 계층은 CLNAP프로토콜을 수행한다. CLNAP계층은 가변 길이의 CBDS패킷을 라우팅과 어드레싱해 주며 라우팅은 CLNAP-PDU 헤더에 포함된 E.164 주소에 따라 수행된다. 그리고 ATM망에서 CLNAP-PDU를 투명하게 전달하기 위하여 CL서버간 연결은 CLNI를 통하여 제공된다. CLNI에서 CL

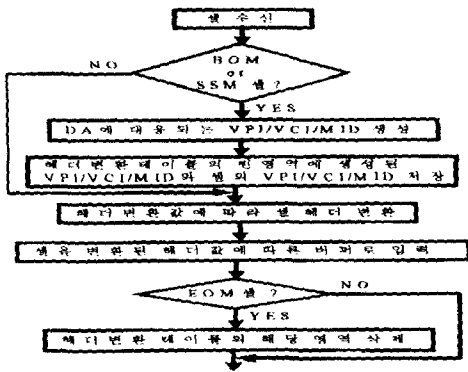


그림 5. CL서버의 기본 동작 흐름도
Fig. 5. The basic behavior of CL server.

여기서 하나의 VPI/VCI 세트는 가입자와 CL 서버간 또는 CL서버간 하나의 연결 경로이고 이 연결 경로를 사용하는 여러 개의 사용자 메시지는 MID 값에 의하여 구별된다. 이 과정은 CLNAP 프레임의 목적지 주소 값에 의하여 해당 프레임을 구성하는 셀들이 전달될 가상 채널을 할당하는 절차이다. 이와 같은 구성을 통하여 동일 프레임에 속한 다음 셀들에게 헤더 변환 정보를 제공하게 된다. 입력 셀이 COM(Continuation of Message) 셀인 경우 BOM 셀에서 이미 출력 셀에 대한 헤더 변환 정보가 정해졌기 때문에 헤더 변환 테이블로부터 출력 헤더 변환 정보를 얻어 셀을 송출한다. 그리고 입력 셀이 EOM/SSM 셀인 경우 COM에서와 같은 방법으로 헤더 변환 정보를 얻어 셀을 송출한 후 사용 중인 출력 가상 채널 번호와 출력 다중화 식별자 헤더 변환 테이블에서 삭제하여 해제한다^{[9] [11] [13]}.

그림 6은 ATM 계층의 링크 단위 변환 루프와 CL계층의 종단간 변환 루프를 이용하여 폭주를 해결하기 위한 CL 서버 구성도를 나타낸다. 이 구성은 크게 ATM 계층의 링크 단위 변환 루프를 이용한 폭주 제어 기능과 CL계층의 종단간 변환 루프를 이용한 폭주 제어 기능으로 나누어 진다. ATM 계층의 링크 단위 변환 루프에 있어서, 송신측은 RM셀을 주기적으로 수신측으로 전송하고 수신측에서는 변환 루프를 통하여 해당 RM셀을 송신측으로 되돌려 보낸다.

CL서버간 링크 폭주 발생시 링크상에서 통과하는 데이터 셀의 EFCI(Explicit Forward Congestion Indication)비트가 폭주 상태로 표시되어 CL서버로

입력된다. 그러면 CL서버의 EFCI비트 및 RM셀 검색기와 헤더 및 목적지 검색기에 의하여 폭주 상태표의 입력 가상 채널 번호에 해당하는 위치에 폭주 상태표시를 한다. 이때 수신측에서는 변환 되는 RM셀에 망 상태 정보를 실어 보낼 수 있기 때문에 CL서버간 링크상의 폭주 제어와CL서버의 특정 출력 가상 채널의 폭주 제어를 CL서버에서 동일하게 링크 단위로 수행할 수 있다. CL서버 폭주는 CL서버의 특정 출력 가상 채널이 폭주가 되는 경우로 CL서버의 특정 출력 가상 채널의 큐 길이가 임계 값을 초과하는 경우를 말한다. 출력 가상 채널이 폭주가 되면 헤더 변환 테이블과 폭주 상태표에 출력 가상 채널 번호를 통지하고, 헤더 변환 테이블에서 이 출력 채널로 입력되는 입력 가상 채널 번호를 찾아 폭주 상태표의 해당 위치에 폭주 상태를 표시한다.

그리고 CL서버 폭주 시 통과하는 CLNAP-PDU의 CLFCI비트를 세트시켜 수신단으로 전송한다.

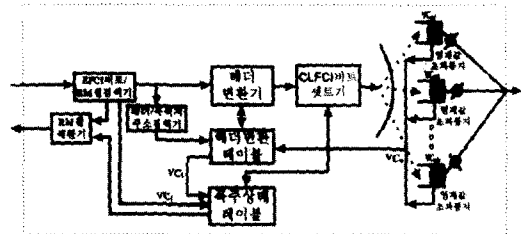


그림 6. 제안된 방안에 따른 CL 서버 구성도
Fig. 6. CL Server configuration for proposed scheme.

그림 7은 CL서버의 헤더 변환 테이블과 이를 이용한 폭주 상태표를 나타낸다.

헤더 및 목적지 주소가 입력되면 목적지 주소에 해당하는 출력 가상 채널 번호(VC₀)와 다중화 식별자를 찾아 헤더 변환 테이블에 써넣고 헤더 변환 값에 따라 셀 헤더를 변환하여 출력 가상 채널로 내보낸다. 폭주 상태표는 링크 폭주를 표시하는 부분과 CL서버의 출력 가상 채널의 폭주를 유발한 소스를 표시하는 부분으로 나누어 진다. 폭주 상태표의 가로는 출력 가상 채널 번호 및 EFCI비트에 해당하는 위치이며 세로는 입력 가상 채널 번호를 나타낸다. 링크 폭주 시 EFCI비트가 세트 된 셀이 입력되면 헤더/목적지 검색기를 통하여 링크 폭주가 일어난 소스의 입력 가상 채널 번호에 해당하는 위치에 폭주 표시를 한다. 그리고 출력

가상 채널 폭주 시 폭주가 발생된 출력 가상 채널 번호가 입력되고 있는 데이터 셀의 입력 가상 채널 번호에 해당하는 위치에 폭주 상태를 표시한다.

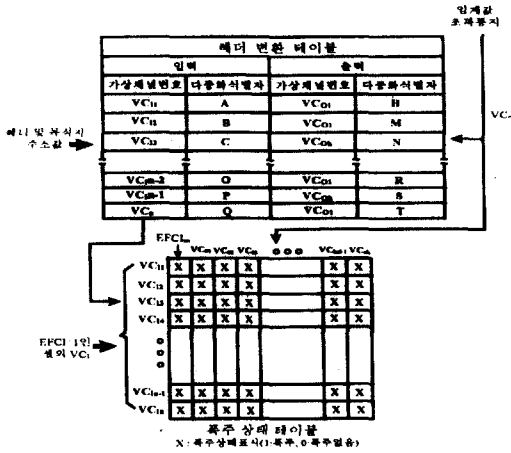


그림 7. 헤더 변환 및 폭주 상태표
Fig. 7. Header translation and congestion state table.

EFCI폭주 또는 출력 가상 채널의 폭주가 해제되면 해당 영역의(폭주를 유발할 수 있는 입력 가상 채널 번호) 모든 엔트리에 폭주 없음을 표시한다. CL서버의 어떠한 출력 가상 채널도 폭주가 되지 않으면, 폭주 상태표의 출력 가상 채널에 해당하는 모든 열의 엔트리는 폭주 없음을 표시하고, CL서버의 출력 가상 채널의 큐 길이가 임계값을 초과하여 폭주가 일어난 경우 CLNAP-PDU가 폭주가 일어난 출력 가상 채널을 통과할 때마다 그 출력 가상 채널을 통과하는 입력 가상 채널 번호에 해당하는 모든 위치에 폭주 상태가 표시된다. 그리고 해당 출력 가상 채널의 폭주가 해제되면 해당 출력 가상 채널 번호에 해당하는 열의 모든 엔트리는 폭주 없음을 나타낸다. 이 동작을 통하여 폭주 상태표상의 임의의 열에 폭주 상태를 표시한 것이 하나라도 있으면 해당 입력 가상 채널로 입력되는 RM셀의 CI 비트를 세트하여 RM셀 전환 기능을 통하여 해당 송신원으로 전송한다. 이때 RM셀 전환 기능에서는 링크 폭주를 유발시키는 송신원 주소와 CL서버의 특정 출력 가상 채널의 폭주를 유발시키는 송신원 주소를 모두 처리하기 때문에 CL서버에서 두 가지 원인에 따른 폭주가 해결되는 것이다.

그림 8은 CL서버에서 폭주에 따른 동작이다. a)는

링크 폭주시 폭주 상태표의 해당 위치에 표시하는 것을 나타내고, b)는 CL 서버의 출력 가상 채널이 폭주된 경우 해당 위치에 폭주 상태를 표시한다. c)는 폭주 상태표의 열에 폭주 상태가 하나라도 표시된 경우 RM셀에 폭주 상태를 표시하여 전송하고 폭주 표시가 없는 경우 RM셀을 그대로 되돌려 주는 것을 나타낸다. d)는 CL 서버의 특정 출력 가상 채널 폭주 시 지나가는 CLNAP-PDU의 CLFCI비트를 세트하는 것이다.

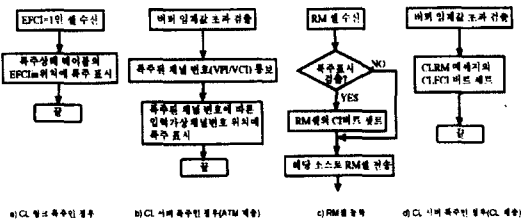


그림 8. 폭주에 따른 CL 서버의 동작
Fig. 8. Behavior of CL server in congestion state.

그림 9는 폭주를 해결하기 위한 중단 시스템의 구성도를 나타낸다. EFCI비트가 세트된 셀이 입력되면 EFCI 및 RM셀 검색기에 의하여 검색된 후 입력 가상 채널 검색기와 RM 셀 전환 기능에 의하여 RM셀의 CI 비트가 세트되어 해당 소스로 전환 된다. 중단 시스템의 출력 채널 폭주 시, 입력 가상 채널 검색기에 의하여 폭주를 유발한 소스가 확인되어 이 소스로 RM셀의 CI비트를 세트하여 전송한다. 그리고 CL계층의 중단간 루프상에서는 CLNAP-PDU의 CLFCI 비트 및 CLRM 메시지 검색기에 의하여 CLFCI 비트의 세트 여부와 CLRM메시지를 찾는다. CLFCI 비트가 세트된 경우 검색된 CLRM 메시지의 CLBCI비트를 세트하여 송신 CL 가입자로 전송한다.

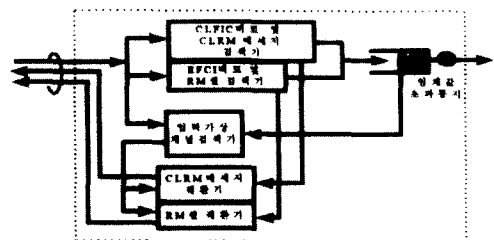


그림 9. 중단 시스템 구성도
Fig. 9. The configuration of end-to-end system.

V. 시뮬레이션 및 고찰

1. 시뮬레이션 모델

그림 10은 제안된 폭주 제어 방법을 평가하기 위한 시뮬레이션 모델이다. 이 모델을 통하여 링크 단위 루프와 CL 계층의 종단간 루프를 혼합한 하이브리드 방법이 링크 단위 루프만으로 구성된 링크-바이-링크 방법과 비교 분석된다. 시뮬레이션 조건은 링크-바이-링크 방법^[18]에서 사용한 것과 동일하다.

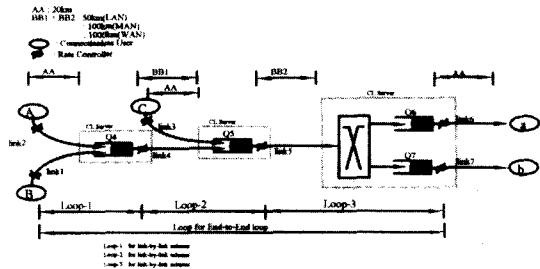


그림 10. 시뮬레이션 모델
Fig. 10. Simulation model.

이 모델에서 송신원A는 수신단 a로, 송신원 B는 수신단 b로, 그리고 송신원 C는 수신단 b로 트래픽을 전송한다. 여기서 송신원 B와 C는 망에서 폭주를 유발시키기 위하여 사용된다. CL서버간 길이는 LAN에서는 50Km, MAN (Metropolitan)에서는 100km, 그리고 WAN(Wide Area Network)에서는 1000km로 간주하였다. 또 링크의 전송 지연 시간은 5μs/1km로 하였다.

표 1은 시뮬레이션 모델의 각 링크에 할당된 대역폭의 최대치이며, 큐는 해당 링크에 연결된 CL서버의 출력 가상 채널이다. CL서버의 출력 가상 채널이 폭주가 되는 경우는 링크의 용량보다 많은 트래픽이 유입되기 때문에 출력 가상 채널이 폭주가 되는 것이다.

표 1. 각 링크에 할당된 최대 대역폭
Table 1. The peak bandwidth for each link.

링크	대역폭(Mbps)	Queue
링크 1	16	-
링크 2	10	-
링크 3	16	-
링크 4	16	Queue(Q4)
링크 5	32	Queue(Q5)
링크 6	16	Queue(Q6)
링크 7	10	Queue(Q7)

표 2는 시뮬레이션 수행 중 네트워크 상태를 보여 준다. 초기 상태에서는 송신원 A만 CL 데이터 트래픽을 목적지 b로 전송하기 때문에 네트워크내에 어떠한 폭주도 없다. 그러나 송신원 B가 CL 데이터 트래픽을 목적지 b로 전송하기 시작하면, 루프 1에 있는 CL서버의 출력 가상 채널 Q4가 폭주가 된다. 그러므로 송신원 A와 B는 망으로부터의 폭주 상태 정보에 따라 자신의 전송속도를 줄여야 한다. Q4의 폭주 상태가 해결되고 얼마 후 송신원 B는 CL데이터 트래픽 전송을 중지한다. 송신원 B가 전송을 중지하고 얼마 지나 송신원 C가 CL 데이터 트래픽을 목적지 b로 전송하기 시작하면, 루프 3에 있는 CL서버의 출력 가상 채널 Q7이 폭주 된다. 이 상황에서 네트워크는 폭주를 유발시킨 송신원에게 ABR 제어 루프를 이용하여 네트워크의 폭주 상태를 알린다. 그러면 폭주를 유발시킨 송신원은 자신의 전송속도를 줄여 폭주를 해결하는 것이다.

표 2. 시뮬레이션 시나리오에 따른 망 상태
Table 2. The network state for simulation scenario.

송신원	망 상태	전송 조건
A	폭주 없음	A->a
A, B	Q4 폭주	A->a, B->b
A, C	Q7 폭주	A->a, C->b

시뮬레이션에 사용된 ABR 파라미터와 입력트래픽 분포는 [18]과 비교를 위하여 동일한 조건을 이용하였다.

2. 결과 및 고찰

시뮬레이션은 LAN, MAN, 그리고 WAN 환경에 따라 수행되었다. 시뮬레이션 평가는 네트워크 폭주에 대한 반응 시간, 큐 길이의 변화, 그리고 링크 이용도 (Utilization)로 나누어 수행하였다.

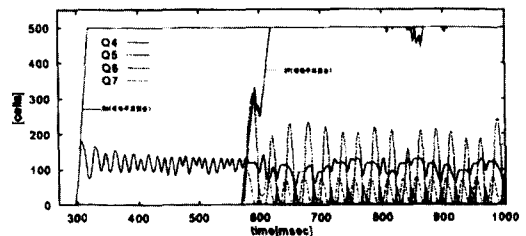


그림 11. LAN에서의 큐길이 변화
Fig. 11. The queue length in LAN.

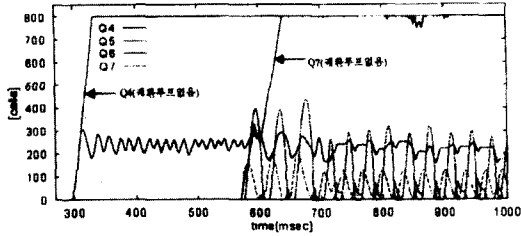


그림 12. MAN에서의 큐길이 변화
Fig. 12. The queue length in MAN.

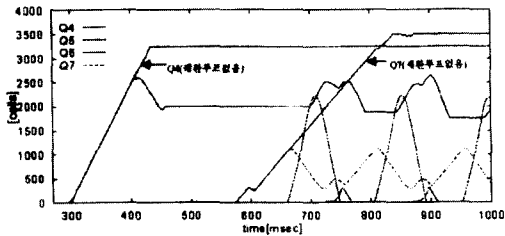


그림 13. WAN에서의 큐길이 변화
Fig. 13. The queue length in WAN.

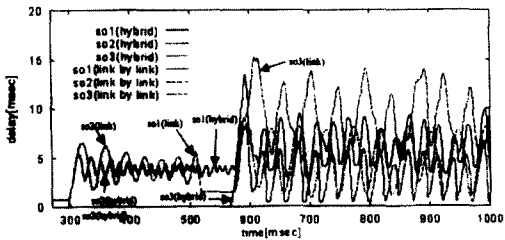


그림 14. LAN에서의 송신원의 전송지연시간
Fig. 14. The delay time for sources in LAN.

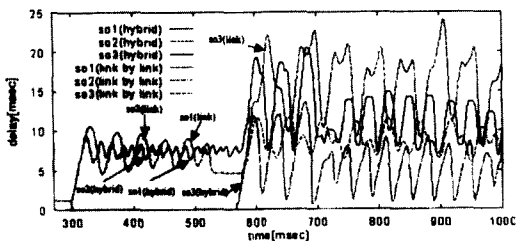


그림 15. MAN에서의 송신원의 전송지연시간
Fig. 15. The delay time for sources in MAN.

그림 11은 LAN환경에서 폭주가 유발된 경우 큐 길이의 변화 보여주고 있다. 큐 길이는 상위 임계 값 과 하위 임계 값 근처에 있게 되므로 큐 길이가 침투 치(500셀)에 도달하지 않게 되어 셀 손실이 발생하지

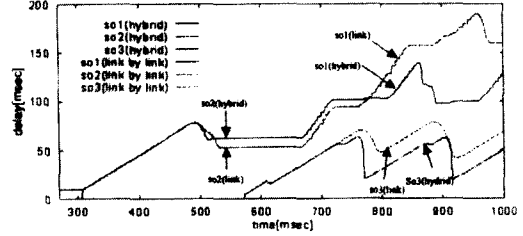


그림 16. WAN에서의 각 송신원의 전송지연시간
Fig. 16. The delay time for each sources in WAN.

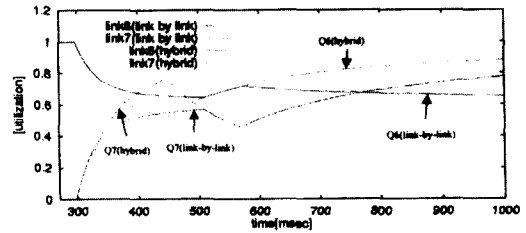


그림 17. LAN에서 링크 이용도
Fig. 17. The link utilization in LAN

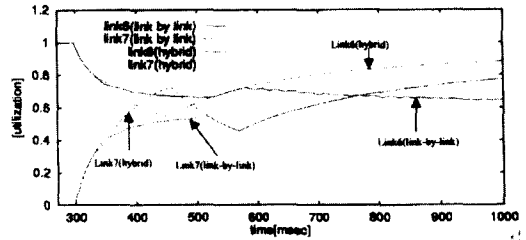


그림 18. MAN에서 링크 이용도
Fig. 18. The link utilization in MAN.

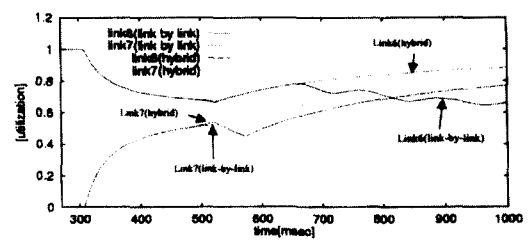


그림 19. WAN에서 링크 이용도
Fig. 19. The link utilization in WAN.

않는 것을 보여 주고 있다. 그림 12는 MAN에서 큐 길이의 변화를 보여주고 있다. MAN에서는 CL서버간 링크의 길이가 LAN에 비하여 2배이기 때문에 폭주에 반응하는 시간이 LAN에 비하여 다소 느리기 때문에

폭주에 반응하는 데 LAN 보다 많은 시간이 걸리게 되어 폭주가 해제되기 까지 셀을 저장하기 위한 버퍼가 LAN에 비하여 커야 한다. 이 그림에서는 버퍼의 최대 크기 800셀을 초과하지 않는 것을 보여주고 있다. 그림 13은 WAN에서 큐 길이의 변화를 보여주고 있다. WAN에서는 CL서버간 링크의 길이는 LAN과 MAN에 비하여 상당히 크기 때문에 그에 따른 큐의 최대값이 커야 한다. 이 그림에서는 최대값 3,500셀을 초과하지 않아 셀 손실이 없음을 보여준다. 이 그림을 통하여 큐 길이를 크게 하면 셀 손실을 어느 정도 줄일 수 있으나 큐 길이의 조절만으로 한계가 있음을 알 수 있으며, 링크-바이-링크 방법^[18]에 비하여 폭주가 빠르게 반응한다는 것을 알 수 있다.

그림 14~16은 LAN, MAN, 그리고 WAN 각각에서 송신원의 전송 지연 시간을 링크-바이-링크 방법과 하이브리드 방법을 비교한 것이다. 이 그림에서 두 가지 방법 모두에서 폭주 여부에 따라 전송 지연 시간이 변하고 있는 것을 보여주고 있으며, 하이브리드 방법이 링크-바이-링크 방법보다 우수한 전송 지연 시간을 보여주고 있다. 이것은 하이브리드 방법이 링크-바이-링크 방법보다 폭주에 빨리 반응하기 때문에 트래픽이 링크-바이-링크보다 원활이 진행될 수 있다는 것을 나타낸다. 그리고 WAN에서는 CL 서버간 길이가 전송 지연에 상당한 영향을 주고 있는 것을 보여준다. 이것은 ABR 서비스가 셀 손실에 민감하지만 전송 지연 시간에 민감하지 않기 때문에 성능에 중대한 영향을 미치는 것은 아니다.

그림 17~19는 LAN, MAN, 그리고 WAN에서의 각각의 링크 이용도를 나타낸다. 이들 그림에서 링크-바이-링크 방법만 사용한 경우 공통적으로 한 링크상의 송신 CL서버의 출력 가상 채널(Q5)에서 서로 다른 목적지로 라우팅되는 트래픽이 공존하는 경우 서로 다른 목적지에 해당하는 출력 가상 채널(Q6, Q7)중 단 하나만(Q7) 폭주 되더라도 해당 링크(Q5)의 전송 속도가 변하기 때문에 서로 다른 목적지로 라우팅되는 모든 트래픽이 영향을 받게 되는 문제점이 있어 폭주가 되지 않은 출력 가상 채널(Q6)의 링크 이용도가 증가하지 않고 반대로 떨어지는 경향을 볼 수 있다. 이와 같은 점을 해결하기 위하여 링크-바이-링크 방법에 CL계층의 종단간 루프를 첨가한 하이브리드 방법을 이용한다. 그림에서 알 수 있듯이 출력 가상 채널(Q6)의 링크 이용도가 초기에는 떨어지다가 다시

증가하는 것을 나타내 준다. 출력 가상 채널(Q7)은 거의 같은 특성을 보여주고 있다.

VI. 결 론

본 논문은 CL가입자와 CL서버간, CL서버간 ABR 계획 루프를 이용한 링크-바이-링크 방법과 링크-바이-링크 방법에 CL계층의 종단간 루프를 첨가한 하이브리드 방법을 이용한 ATM계층의 폭주와 CL계층의 폭주를 제어에 관하여 비교 분석하였다.

링크-바이-링크 방법은 링크 단위 ATM계층의 루프와 CL서버의 헤더 변환 테이블을 이용한 폭주 상태 표를 이용하여 CL링크의 폭주와 CL서버의 특정 출력 가상 채널의 폭주를 모두 제어할 수 있는 것으로 구현이 용이하고 폭주 발생에 신속히 대처할 수 있는 장점을 가지고 있지만, CL서버간 링크는 서로 다른 목적지로 라우팅되는 트래픽에 의하여 공유되어 있기 때문에, 동일 링크상의 수신 CL서버의 출력 가상 채널중 하나라도 송신 CL서버의 트래픽 때문에 폭주가 되면, 수신 CL서버는 폭주를 유발한 트래픽의 전송속도를 감소시키는 대신 송신 CL서버의 링크 속도를 줄여 폭주를 제어한다. 그러므로 수신 CL서버에서 폭주가 유발되지 않은 출력 가상 채널로 입력되는 트래픽이 영향을 받는다. 그러나 링크-바이-링크 방법에 CL 계층의 종단간 루프를 첨가한 하이브리드 방법은 폭주 발생시 링크-바이-링크 방법을 통하여 폭주에 신속히 대처하고 CL계층의 종단간 루프를 통하여 실제 폭주에 관련한 송신원의 전송속도를 조절하기 때문에 링크-바이-링크 방법에서 생길 수 있는 문제가 해결될 수 있다.

앞으로 ATM스위치에는 기존의 LAN 및 고성능 컴퓨터가 직접 접속되어 버스트성이 큰 비연결형 데이터 트래픽이 ABR연결을 통하여 전달되고 ABR 서비스를 위한 폭주 제어 방식을 적용하게 될 것이다. 따라서 망의 자원을 최대한 탄력적으로 운용할 수 있도록 비연결형 트래픽에 ABR서비스를 적용하므로써 버스트성이 크나 실시간성을 요구하지 않는 트래픽들을 적은 손실을 갖고 효율적으로 전달할 수 있을 것이다. 또한 앞으로 추가되는 대부분의 어플리케이션 특성도 CL트래픽 특성과 유사할 것으로 예상되기 때문에 새로운 어플리케이션 수용에도 효과적일 것이다.

참 고 문 헌

- [1] K.K. Ramakrishnan, K. K, Peter Newman, "ATM flow control : inside the great debate", Data Communications, pp111~120, June, 1995.
- [2] Raj Jain, "Tutorial Paper on ATM Congestion Control", ATM Forum/95-0177, February. 6-10. 1995.
- [3] David Ginsburg, "ATM Solutions for enterpris interworking", Addison-Wesly, 1996.
- [4] Nail Kavak, "Data Communication in ATM Network", IEEE Network, pp28~37, May/June. 1995.
- [5] Peter Newman, "Traffic Management for ATM Local Area Networks", IEEE Communications Magazine. pp44~50, August 1994.
- [6] Kerry W. Fendick, AT&T, "Evolution of Controls for the Available Rate Service", IEEE Communications Magazine, November 1996.
- [7] ITU-T Recommendations I.371, "Traffic Control and Congestion Control in B-ISDN", November 1995.
- [8] Sathaya. S, "ATM Forum Traffic Management Specification Version 4.0", ATM Forum/95-0013R10, Feb. 1996.
- [9] ITU-T Recommendation I.364, "Support of the broadband connectionless data bearer service by the B-ISDN", November 1994.
- [10] Brett J. Vickers, Tatsuya Suda, "Connectionless Service for Public ATM Network", IEEE Communications Magazine, pp 34~41, August 1994.
- [11] Katoh. M, "A Network Architecture for ATM Based Connectionless Data Service", IEICE Trans. on Commun, vol. E-76-B, No.3, March 1993.
- [12] 박천관, 전병천, 김영선, "ATM망에서 LAN 연동을 위한 주소 변환 프로토콜", '94 정보과학회 가을 학술 발표 논문집 Vol.21, No2, pp505~508, 1994.
- [13] Byung Chun jeon, Mi Sun Do, Sun Moo Kang, Young Sun Kin, "Performance Evaluation of Shared Buffer ATM Switch on a LAN Environment : A Simulation Study", APCC'95, Vol.1, pp 283~287, June 1995.
- [14] Wenfeng Chen, Moufiah. H. T, "Flow-Net: A Proposal on ABR Traffic Control in ATM Network", APCC'94, pp 888~892, 1994.
- [15] Hiroshi Saito, Konosuke Kawashima, "Performance Issues in Public ABR Service", IEEE Communications Magazine, November 1996.
- [16] Nanying Yin, Michael G. Hluchyj, "On Closed-Loop Rate Control for ATM Cell Relay Networks", INFOCOM'94, pp. 99~108, June. 1994.
- [17] Flavio Bonomi and Kerry W. Fendick, "The Rate-Based Flow Control Framework for the Available Bit Rate ATM Service", IEEE Network, Vol.9, No.2, pp 25~39, March/April 1995.
- [18] 박천관, 전병천, 김영선, "비연결형 데이터 서비스에서 LAN 연동을 위한 폭주 제어에 관한 연구", 대한전자공학회논문지, 제 35권 S편 제 3호, March, 1998.
- [19] M. Murata, H. Miyahara, "LAN Interworking Through Broadband ISDN", IEICE Trans. Communication, Vol. E77-B, No.3, pp294~305, March 1994.

저 자 소 개

朴 天 寬(正會員) 第 35卷 S編 第 3號 參照

全 炳 千(正會員) 第 35卷 S編 第 3號 參照

金 暎 善(正會員) 第 35卷 S編 第 3號 參照