

FR/ATM연동에서의 UPC 방식

남 윤 석[†] · 박 원 식^{††}

요 약

FR은 ATM과 마찬가지로 논리적 연결이 다중화 되므로 망에서는 사용자의 악의적 군집 트래픽이 발생하더라도 선의의 연결들의 QoS를 보장하고 또한 망의 운용이 정상적으로 수행될 수 있도록 망의 종단에서 사용자의 입력 트래픽을 연결별로 감시하고 제어하는 UPC 기능이 필요하다. 특히 FR과 ATM을 연동할 경우 UPC는 ATM 셀 단위로 수행될 수도 있으며, 프레임 단위로 수행될 수도 있다. FR/ATM 연동에서 FR의 사용자 데이터는 프레임 단위로 전달되고 ATM을 경유하기 위해서는 먼저 ATM 셀로 분해되어 전달된다. 또한 전달된 ATM 셀을 AAL5 패킷으로 재조립하였을 때 FR의 QoS가 ATM 망에서 보장될 수 있어야 한다. 따라서 FR/ATM연동에서의 UPC 방식은 전달 단위가 프레임 또는 셀로 변환되더라도 종단간의 FR QoS를 보장할 수 있어야 한다.

본 논문에서는 FR 입력 트래픽이 망과 협상한 트래픽을 초과한 경우에 있어서 ATM UPC와 FR UPC를 적용한 경우 QoS 차이를 정량적으로 분석하고 모사시험으로 확인하였다. 또한 FR UPC에 적용 가능한 방식을 연구하기 위하여 Window 기반 방식과 ITU-T의 ATM UPC 방식인 VSA를 프레임 단위로 처리하는 방식에 대한 연구도 수행하였다.

본 논문에서는 FR의 프레임 구성 등의 FR 개요, FR 트래픽 파라메타 및 상관 관계, ATM UPC와 FR UPC의 성능 분석 및 모사시험, FR 입력 트래픽 제어 방식 비교 및 모사시험, 그리고 FR 출력 트래픽 제어 등을 기술하였다.

UPC Schemes on the Frame Relay/ATM Interworking in ATM Networks

Yoon-Seok Nam[†] · Won-Sik Park^{††}

ABSTRACT

Frame relay needs UPC function for the multiplexed logical connections to prevent malicious user traffic from incoming to network, to guarantee the QoS of conformed user traffic, and to protect the normal operation of network system. On the FR/ATM interworking in ATM networks, the UPC may be conducted either by cell-based ATM UPC or frame-based FR UPC. Frames come into and traverse ATM networks by segmentation to ATM cells. Of course, FR QoS should be guaranteed in spite of segmentation and reassembly in ATM networks.

In this paper, we compared the QoS of cell-based ATM UPC and frame-based FR UPC in terms of analysis and simulation in case of ingress of excess traffic over negotiated traffic parameters at user-to-network interface. Also we studied frame-based UPC schemes including window-based FR UPC and frame-based VSA which is an ATM UPC algorithm recommended by ITU-T. We described introductions to frame relay including frame structure and FR/ATM interworking, FR traffic parameters and their relationship, comparison of FR QoS between frame-based FR UPC and cell-based ATM UPC, comparison of FR UPC schemes, necessities of egress traffic control, and conclusions.

[†] 정 회 원 : 한국전자통신연구원 교환전송기술연구소 책임연구원
^{††} 정 회 원 : 한국전자통신연구원 교환전송기술연구소 선임연구원
논문접수 : 1998년 8월 25일, 심사완료 : 1999년 9월 28일

1. 서 론

1. 프레임 릴레이 및 FR/ATM 연동 개요

FR(Frame Relay) 기술은 1988년도에 CCITT에서 ISDN(Integrated Services Digital Network)의 전달 서비스로서 PMBS(Packet Mode Bearer Services)의 골격을 정의하면서 언급된 기술로서 1990년도에 ANSI에서는 FRBS(Frame Relaying Bearer Services)로 정의하였으며, 지금은 ITU-T에서 ISDN의 FMBS(Frame Mode Bearer Services)[1, 2, 4]로 정의하고 있다.

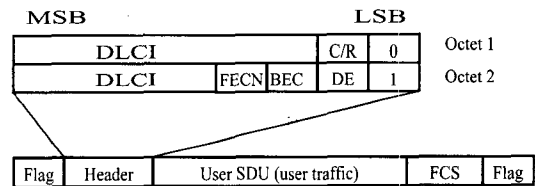
프레임 릴레이에 앞서 가장 널리 사용된 기술로는 1976년에 CCITT 권고 안으로 발표된 X.25 프로토콜이 있으며, 이는 망과 사용자 장치간의 링크계층 접속 규정이다. X.25 프로토콜이 개발될 당시에는 전송로가 잡음 등에 취약한 아날로그 선로가 대부분이었으며 End-to-End 전송 품질을 보장하기 위해서는 각 노드의 접속부에서 LAPB(Link Access Procedure Balanced) 프로토콜을 사용하여 프레임 정렬, 경계 추출, 순서 제어, 오류 검출, 오류 복구 및 흐름 제어 등과 같은 완전한 데이터 링크 계층 기능이 수행되도록 하고, X.25 PLP(Packet Layer Protocol)의 DTP(Data Transfer Protocol)를 통하여 다중화, 라우팅, 흐름 제어 등과 같은 망 계층 기능이 수행되도록 하였다. 이와 같은 복잡한 처리 절차로 인하여 X.25 패킷 기술은 고속의 데이터 처리기능 구현이 어려웠다.

한편 프레임 릴레이는 전송선로의 품질이 향상되어 오류 발생률이 감소함에 따라 데이터 링크계층 기능의 제어 기능을 최소화하여 망에서는 데이터 전송에 필요한 핵심기능(DL-core)만 구현하여 처리 단계를 대폭 간소화하고 그의 기능은 사용자 장치에서 필요시 수행하도록 함으로써 고속전송과 짧은 지연을 구현하였으며, 기존 망이 처리할 수 없었던 동적인 대역 할당을 통해 군집 트래픽을 효과적으로 처리할 수 있는 장점을 가지고 있다. 따라서 LAN-to-LAN 접속의 Backbone을 형성하는 기술로 WAN(Wide Area Network) 분야에서 널리 사용되었으며, 근래에는 WAN 분야에서 ATM(Asynchronous Transfer Mode)과 결합하는 양상을 보인다.

FR 기술은 Router로 구성된 Internet 망에서 널리 사용되며, FR 전용 망에서도 많은 가입자를 확보하고 있다. FR 망에서의 서비스는 현재 PVC(Permanent Virtual Connection)가 대부분이며, SVC(Switched Virtual

Connection) 서비스의 필요성이 많이 요구되고 있으나 실제 서비스가 제공되는 경우는 많지 않다.

프레임 릴레이의 프레임 형태는 (그림 1)과 같다. Beginning Flag와 Ending Flag 사이에 유효한 프레임 데이터가 포함되며, 프레임 헤더는 DLCI(Data Link Connection Identifier)를 포함하여 해당 프레임이 속하는 연결을 구분할 수 있게 한다. FCS(Frame Check Sequence)는 CRC-16을 사용하며, 헤더 및 사용자 정보에 대한 CRC(Cyclic Redundancy Check)를 나타낸다. DLCI는 연결 등록 시 망과 사용자간에 2-4바이트 범위 내에서 정해지며, 기본이 2바이트이다. 2바이트 헤더가 사용될 경우 DLCI는 10비트로 1024개의 논리적 연결 구분이 가능하다. 헤더에는 이외에도 폭주제어에 사용하는 FECN(Forward Explicit Congestion Notification) 및 BECN(Backward Explicit Congestion Notification) 비트와 프레임의 폐기 우선 순위를 나타내는 DE(Discard Eligible) 비트 등을 포함한다.



DLCI=Data Link Connection Identifier
 C/R=Command/Response
 BECN=Backward Explicit Congestion Notification
 FECN= Forward Explicit Congestion Notification
 DE=Discard Eligible
 FCS=Frame Check Sequence

(그림 1) 프레임 릴레이에서의 프레임 구조

FR/ATM 연동에는 망 연동과 서비스 연동이 가능하며, 연동 기능과 관련한 규격은 Frame Relay Forum (FRF)[6, 7, 8]와 ITU-T 권고[3]에 기술되어 있다. FR과 ATM은 서로 상이한 트래픽 파라메타[4, 5]를 사용하기 때문에 트래픽 파라메타 간의 변환 기능이 필요한데 이는 주로 ATM Forum[9, 10]에서 연구되었다. ATM 망에서 FR/ATM 연동 기능을 수행할 경우 UPC (Usage Parameter Control) 기능은 연동 방식과 무관할 수도 있으나 이는 연동 기능의 구조에 의존한다. 연동 기능이 UPC 기능 보다 FR 가입자 쪽에 가까이 위치할 경우 망 연동의 경우 서비스 연동 보다 프레임 헤더 길이 만큼 그리고 PVC의 경우 PVC 유지보수 정

보 전송과 관련된 메시지 만큼의 트래픽이 더 부담이 된다. 반면에 연동 기능과 UPC 기능이 공존할 경우 UPC 기능은 연동 방식과 무관하게 된다. 트래픽 파라메타 변환 식은 ATM UPC에서 사용하는 파라메타를 계산하기 때문에 직접적인 관계가 있다. 그러나 이는 ATM UPC에서 허용하는 트래픽의 증감에 영향을 줄 뿐 기본적인 FR 트래픽 제어 및 ATM UPC의 특성에 는 관계가 없다.

ATM UPC와는 달리 FR에서는 UPC라는 용어가 사용되지 않는다. 그러나 편의성 FR을 정합하는 기능에서 처리하는 입력 트래픽 감시 및 제어 기능을 본 고에서는 FR UPC로 지칭한다. 따라서 FR UPC는 Frame 단위로 UPC 기능을 수행한다.

2. 프레임 릴레이 트래픽 파라메타 및 관계

SVC의 경우 프레임 릴레이 트래픽 파라메타는 Link Layer Core Parameters Information Element에 의하여 전달되며, 이 정보는 ITU-T Rec. Q.933의 SETUP과 CONNECT 메시지에 만 포함된다. 한편 PVC의 경우에는 가입자가 새로운 연결을 등록할 때 트래픽 파라메타가 결정되며, SVC에서와 동일한 파라메타가 사용되나 일반적으로 망 제공자가 제공하는 대역의 조합으로 선택하게 된다. 프레임 릴레이에서 PVC 및 SVC에 공통으로 사용되는 트래픽 파라메타는 다음과 같다.

- Maximum FMIF(Frame Mode Information Field)

Incoming/Outgoing에 대한 사용자 데이터 길이를 바이트 단위로 제한한다. 프레임에서 주소영역과 FCS를 제외한 순수한 사용자 데이터의 길이를 제한하기 위한 것으로서 SVC에서는 14비트로 협상 가능하다. Q.922에서는 최소 262 이상으로 권고하는데 LAN interconnection 환경에서 사용자 장치가 분해/조립이 불필요 하도록 최소 1600바이트 이상을 지원 하도록 강력히 권고 되고 있으며, 대부분의 FR 시스템은 4096까지 지원하도록 구현되어 있다. 최소 사용자 데이터는 1바이트이다.

- CIR(Committed Information Rate) : bits/sec

1초당 전송되는 frame mode information field 비트의 평균수를 나타내며, SVC에서는 11비트 multiplier와 3비트 magnitude로 표시되며, 예를 들면 192kbps는 multiplier 192, magnitude 3으로 표시된다. PVC에서는 연결 등록 시 망 제공자가 여러 종류의 CIR을 제시하고,

사용자는 적합한 서비스를 선택한다.

- Committed burst size (Bc) : bits

측정구간 T 동안 전송 가능한 최대 데이터 양을 비트 수로 나타낸 것으로 SVC에서는 14비트 multiplier와 3비트 magnitude로 표시된다.

- Excess burst size (Be) : bits

측정구간 T 동안 전송 가능한 최대 Uncommitted 데이터 양을 비트 수로 나타내며, SVC에서는 14비트 multiplier와 3비트 magnitude로 기술된다.

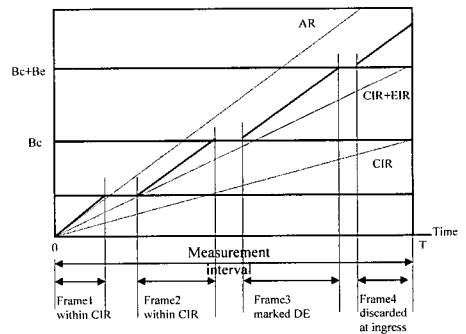
• Bc 및 Be에서 거론된 측정구간 T 계산은 다음과 같은 방법으로 가능하다.

Throughput	Bc	Be	Measurement interval(T)
> 0	> 0	> 0	T=Bc/CIR
> 0	> 0	= 0	T=Bc/CIR
= 0	= 0	> 0	Network Default Value

- EIR(Excess Information Rate) : bits/sec

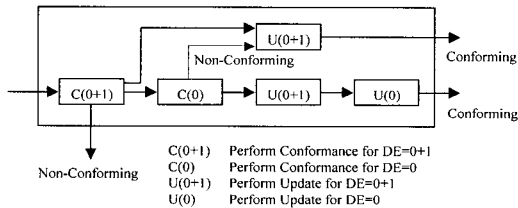
1초당 전송되는 초과 허용 비트의 평균수를 나타낸다. EIR=Be/T

Frame-based FR 트래픽 제어는 ITU-T Rec. I.370에 근거한다. (그림 2)에서와 같이 트래픽 제어는 일정 시간 구간에서 수신된 프레임의 바이트 누적 값이 허용된 값을 만족하는지에 따라 결정된다. 프레임 전송은 AR의 전송속도로 이루어지며, 논리적 연결별로 트래픽 제어가 수행된다. 그림에서는 프레임이 DE=0으로 수신된 경우 설명이 용이하다. 누적 값이 Bc 이하이면 DE=0으로 수용되는 프레임이 되며, Frame 1과 2가 이에 해당된다. 누적 값이 Bc 보다 크고 Bc+Be 보다 작으면 일반적으로 DE=1로 Tagging이 되며, Frame 3이 이에 해당된다. 누적 값이 Bc+Be를 초과하면 프레임은 폐기되며, Frame 4가 이에 해당한다.



(그림 2) 프레임 릴레이 트래픽 파라메타 간의 관계

ATM 망에서의 FR 트래픽 제어는 그림3과 같이 수행될 수 있으며, 이는 ATM Forum의 TM(Traffic Management)에 기술되어 있다. 그림에서 프레임이 입력되면 C(0+1)에서는 현재의 프레임들을 포함하여 그 동안 수신된 프레임의 누적 값이 DE=0+1의 대역 즉, Bc+Be 보다 큰지를 비교하고, 초과하면 비준수로 판정하여 수신 프레임을 폐기한다. 초과하지 않으면 준수 프레임으로 판정한다. 입력 프레임이 DE=1이면, U(0+1)에서 누적 값을 개선하고 출력된다. 입력 프레임이 DE=0이면, C(0)으로 입력된다. C(0)에서는 현재의 프레임들을 포함하여 그 동안 DE=0으로 수신된 프레임의 누적 값이 DE=0의 대역 즉, Bc 보다 큰지를 비교한다. 초과하면 비준수로 판정되어 DE=1로 Tagging하여 U(0+1)로 전달되며, 누적 값을 개선하고 출력된다. 초과하지 않으면 DE=0에 대해서도 준수 프레임으로 판정된 것이며, U(0+1)과 U(0)을 경유하면서 DE=0+1 및 DE=0에 대한 각각의 누적 값을 개선한 다음 출력된다.



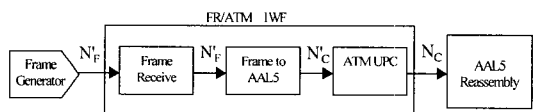
(그림 3) 프레임 릴레이 서비스의 트래픽 준수 판정 예

3. ATM UPC와 FR UPC의 비교

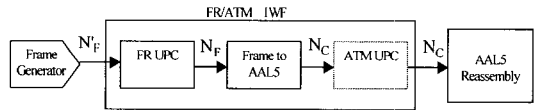
FR/ATM 연동에서는 FR에서 입력되는 프레임들 ATM 셀로 분해하여 ATM 망으로 전달한다. 이 경우 입력 트래픽에 대하여 UPC를 수행하여야 하며, Framed-based로 처리하는 방식 FR UPC와 Cell-based처리하는 ATM UPC가 가능하다. FR UPC와 ATM UPC 간의 관계를 유도하기 위하여 (그림 4)와 같은 UPC 모델을 가정한다. 그림에서 트래픽은 프레임 단위로 IWF (Interworking Function)로 입력되며, 또한 망과 협의된 트래픽 보다 큰 트래픽이 입력된다고 가정한다. 물론 망과 협의된 트래픽 이하를 입력하면 FR 망 및 ATM 망 모두에서 QoS(Quality of Service)가 보장될 것이다. 그러나 큰 트래픽을 입력함으로써 초과한 양만큼의 트래픽 폐기로 인한 QoS의 열화를 UPC 기능 관점에서 연구하고자 한다. ATM UBR(Unspecified

Bit Rate) 트래픽의 경우 EPD(Early Packet Discard) 및 PPD(Partial Packet Discard) 등의 알고리즘으로 프레임 단위의 처리 방식이 적용되나 ITU-T 및 ATMF에서 프레임 릴레이 트래픽은 VBR(Variable Bit Rate)로 설정하므로 UBR 트래픽 처리 방식은 논외이다.

(그림 (a))는 셀 단위 ATM UPC 기능 처리 흐름을 나타낸 것이다. 그림에서 프레임은 IWF에서 수신되어 AAL5 패킷으로 변환되고, AAL5에서 ATM셀로 분해되어 ATM UPC 블록으로 전달된다. ATM UPC에서는 셀 단위 감시/제어 기능을 수행하면서 준수 셀만을 전달하고 최종 단계에서는 전달된 셀로부터 AAL5 패킷을 조립된다. (그림 (b))는 프레임 단위 FR UPC 기능 처리 흐름을 나타낸 것이다. 그림에서 프레임은 IWF에서 수신되어 프레임 단위 감시/제어 기능을 수행하면서 준수 프레임만을 AAL5 패킷으로 변환하고, AAL5에서 ATM셀로 분해되어 전달하고, 최종 단계에서는 전달된 셀로부터 AAL5 패킷을 조립된다. 이 경우 ATM UPC 기능은 수행되지 않는다.



(a) 셀 단위 ATM UPC



(b) 프레임 단위 FR UPC

- C Number of Cells per frame
- N_F Number of Negotiated Frames
- N'_F Number of Generated Frames
- N_C Number of Negotiated Cells
- N'_C Number of Generated Cells
- E Excess Rate

(그림 4) ATM UPC와 FR UPC 모사시험 모델

N_F는 망과 협의된 FR 트래픽 파라메타에 의하여 기준 시간당 입력 가능한 프레임 수로 정의하고, F_C는 망과 협의된 ATM 트래픽 파라메타에 의하여 동일 기준 시간당 입력 가능한 ATM 셀 수로 정의한다. 입력 트래픽의 프레임은 N_F보다 큰 N'_F로 가정하고, 각 입력 프레임은 C개의 셀로 동일한 길이를 갖는다고 가정하면 다음의 관계가 성립한다.

$$N_C = N_F * C$$

$$N'_C = N'_F * C$$

초과한 트래픽 비율은 다음과 같다.

$$E = \frac{(N'_F - N_F)}{N_F} = \frac{(N'_C - N_C)}{N_C}, \text{ if } N'_F > N_F \text{ or } N'_C > N_C$$

$$E = 0, \text{ if } N'_F \leq N_F \text{ or } N'_C \leq N_C$$

ATM UPC는 전달된 AAL5의 ATM셀에 대하여 협상된 셀을 초과하는 셀은 폐기한다. ATM UPC를 통과한 셀은 AAL5 패킷으로 조립되며, ATM UPC에서 폐기된 셀에 의하여 CRC 오류로 쓸모없게 되는 패킷이 발생한다. 또한 폐기된 셀이 AAL5 패킷의 EOM(End of Message)를 포함하는 셀일 경우 다음 프레임은 전 프레임의 패킷 내용과 합해서 CRC가 계산되므로 전달된 CRC 값과 다르므로 폐기된다. 폐기된 셀이 EOM 셀 일 확률은 Uniform 분포를 따르며 1/C이 된다. 먼저 셀 폐기율 및 프레임 폐기율은 각각 R_C 및 R_F 로 정의한다.

Discarded Cells	$D_C = N'_C - N_C = E * N_C$
Discarded Cell Rate	$R_C = D_C / N_C = E$
Discarded Frames	$D_F = N'_F - N_F$
Discarded Frame Rate	$R_F = D_F / N_F$

위의 관계를 이용하여 ATM UPC를 수행함으로써 초과된 셀 폐기에 의한 프레임 폐기율을 계산하면 다음과 같다.

$$R_F = R_C = E, \text{ if } C = 1 (D_F = D_C \text{ and } N_F = N_C)$$

$$R_F = \frac{D_C}{N_F} + \frac{1}{C} = E * C + \frac{1}{C}, \text{ if } C \geq 2 \text{ and } C * E < 1 (D_F = D_C + \frac{D_C}{C})$$

즉, ATM UPC를 사용할 경우 프레임 폐기율은 셀 폐기율과 프레임 당 셀 수의 곱 이상으로 증가한다. 반면에 FR UPC를 사용할 경우, FR UPC에 의하여 폐기되는 프레임은 초과된 프레임이 되며, FR UPC에 의한 프레임 폐기율은 다음과 같다.

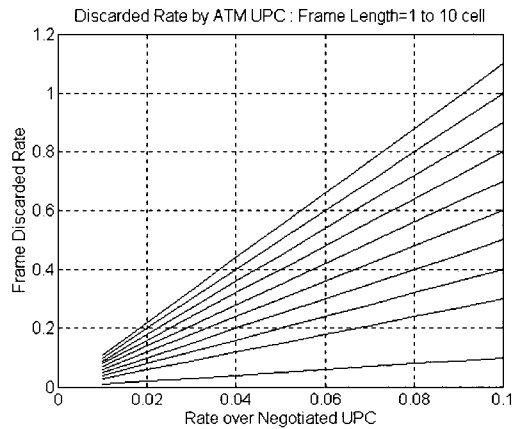
Discarded Frame Rate

$$R_F = D_F / N_F = (N'_F / N_F) - 1 = (N'_C / N_C) - 1 = E$$

즉, 초과한 트래픽 만큼만 폐기되며, ATM UPC에서

의 셀 단위 폐기율과 일치한다.

(그림 4)의 모델을 사용하여 이를 모의 시험으로 확인하면 (그림 5)와 같으며, 위에서 유도한 식의 결과와 일치하였다. 그림에서 프레임 길이는 1셀에서 10셀 까지 1셀 단위로 고려하였고, 트래픽 초과율은 1%에서 10% 까지로 가정하였다. 그림에서 프레임 길이가 10셀 이고 입력 트래픽이 기준 트래픽을 10% 초과할 경우 모든 프레임이 폐기되는 것을 나타낸다.



(그림 5) ATM UPC에 의한 프레임 폐기율

구현 시 상용 소자 사용이 간편한데 ATM UPC는 많은 소자가 개발되었다. 반면에 FR UPC 기능은 기존에 대개 프로세서에 의하여 수행되거나 간단한 Hardware 논리회로로 수행 가능하였기 때문에 상용 소자의 필요성이 별로 요구되지 않았다. 따라서 구현의 편리성만을 고려하면 ATM UPC가 용이하지만 QoS를 고려하면 FR UPC가 사용되어야 한다. 즉, FR/ATM 연동에서 FR 가입자가 망과 협의된 트래픽 파라메타를 초과하는 트래픽을 입력하더라도 FR QoS를 ATM 망에서도 보장하기 위해서는 FR UPC가 적용되어야 가능하다.

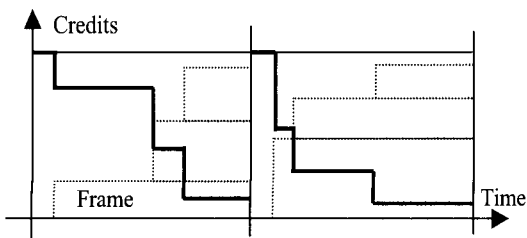
4. 프레임 릴레이 입력 트래픽 제어

FR 트래픽을 감시하는 방식은 주로 LB(Leaky Bucket) 개념에 근거한 Window 방식을 사용한다. Window 방식의 UPC에는 시간 간격이 일정하게 연속적으로 적용되는 Jumping Window(JW), 감시 시간의 시작을 프레임 입력에 동기시키는 Triggered JW(TJW), JW를 2개

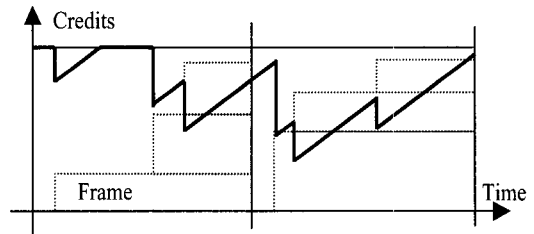
사용하는 Two-phase JW(TPJW), 그리고 무한대의 JW를 동작시키는 형태의 Sliding Window(SW) 방식 등이 있다. 여기에서 구현 시 JW가 가장 간단하며, SW가 가장 복잡하다. Two-phase JW는 ATM UPC에서도 사용된 바 있다. JW는 많이 사용되나 Window의 끝부분에서 준수 여부를 검증 받는 프레임의 경우 신뢰도가 작을 것이므로 비준수로 판정 받을 확률이 높으며, 따라서 Fairness가 고르지 못한 단점이 있다. SW는 임의의 일정 시간 동안에 허용되는 트래픽이 항상 협상된 트래픽 보다 작으며, Fairness도 보장된다. TJW와 TPJW는 JW와 SW의 중간 특성을 갖는 것으로 예측할 수 있다.

ATM UPC의 VSA(Virtual Scheduling Algorithm) 방식과 동일한 방식이 FR UPC에서도 적용될 수 있으며, 여기에서는 이를 Frame-based VSA(FVSA)로 부르기로 한다. 이 경우 프레임이 수신되면 프레임의 크기에 비례하여 신뢰도가 감소하고, 수신 프레임이 없을 경우 시간이 경과함에 따라 일정한 기율기로 신뢰도가 증가한다. 따라서 JW에서 사용되는 일정한 시간 간격의 제한이 필요 없으며, Fairness 역시 고르게 보장될 수 있다.

(그림 6)은 JW와 FVSA의 동작을 나타낸다. JW에서는 신뢰도가 수신 프레임의 크기보다 클 경우 프레임 크기 만큼 신뢰도를 감소시키며 준수로 판정한다. 반면에 신뢰도가 수신 프레임 보다 작으면 수신 프레임은 비준수로 판정하고 폐기한다. 일정 시간이 경과하면 신뢰도를 복구한다. FVSA에서는 신뢰도가 복구하는 방법이 Window 방식과 다르다. 신뢰도 복구는 시간이 경과함에 따라서 일정한 기율기로 증가하며, 기율기는 CIR 및 EIR에 의하여 결정된다. 즉, (그림 3)의 $C(0+1)$ 에서는 기율기가 $CIR+EIR$ 이 되며, $C(0)$ 에서는 CIR이 된다.



(a) Jumping Window



(b) Frame-based VSA

FR UPC의 방식을 비교하면 다음 표와 같이 요약할 수 있다. 여기에서 구현 시 사용되는 논리회로는 대개 Add, Compare가 사용되나 FVSA의 경우 기율기 및 시간의 경과에 의한 신뢰도 복구를 수행하기 위해서는 Multiply 기능이 요구된다.

<표 1> FR UPC 방식 비교

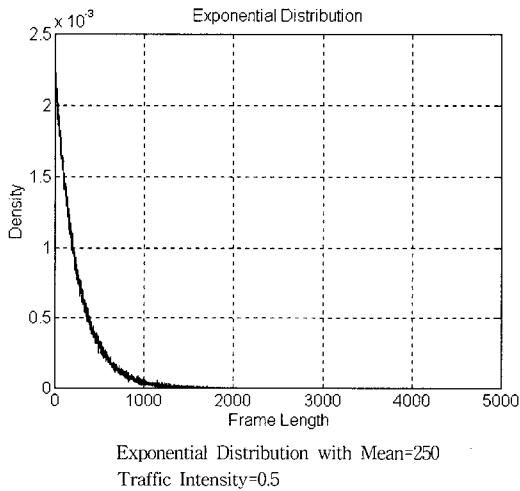
	JW	TPJW	TJW	SW	FVSA
Complexity	Simple	Simple	Simple	Complex	Complex
Memory	Small	Small	Small	Large	Small
Fairness	Bad	Bad	Medium	Good	Good
Add Logic	YES	YES	YES	YES	YES
Compare Logic	YES	YES	YES	YES	YES
Multiply Logic	NO	NO	NO	NO	YES

위의 FR UPC 방식에서 SW를 제외한 방식에 대하여 모사시험을 수행하였다. 모사 시험에서 FR UPC로 입력하는 트래픽은 평균=250인 지수함수로 생성되는 값을 프레임의 길이로 사용하였으며, 최대 4096 바이트로 제한하였다. (그림 7)은 사용된 표본 프레임의 길이 분포를 나타낸 것이다. 하나의 프레임이 생성되면 이를 Valid 또는 Idle 프레임으로 재 분류되며, Valid 및 Idle은 트래픽 부하에 일치하도록 발생하였다. 모사 시험에서는 $Bc+Be=64kbits$ 에 대해서 시험하였으며, 부하는 0.5로 하였다.

모사 시험 결과 프레임 폐기율은 (그림 8)과 같다. TJW와 TPJW가 프레임 폐기율이 6~7%로 비슷한 수의 프레임을 폐기하였으며, 약간의 차이만 TJW가 가장 높았다. JW는 5~6%로 약간 낮았다. FVSA는 1% 미만으로 폐기율이 가장 낮았다. 여기에서 폐기율은 $Bc+Be$ 가 클수록 모든 FR UPC 방식에서 낮아지나 상대적인 성능에는 차이가 없었다.

Window 방식에서 프레임 폐기가 많이 발생하는 이유는 Window 끝 부분에서 신뢰도 부족으로 큰 프레

입 수신 시 비준수로 판정될 가능성이 크기 때문이다. TPJW가 JW보다 큰 이유는 TPJW 동작이 JW에 근거하면서 또한 2개의 Window의 조건을 모두 만족하여야 준수로 판정 받기 때문에 비준수로 판정 받는 프레임이 JW보다 많이 발생한다. TJW가 가장 큰 폐기율을 나타내는 이유는 프레임을 수신한 다음부터 Window가 시작되므로 신뢰도가 수신 프레임 만큼 감소한 상태에서 다음 프레임을 기다리는 형태로 동작하기 때문에 JW에 비하여 신뢰도가 적기 때문이다.



(그림 7) 입력 트래픽의 프레임 길이 분포

5. 프레임 릴레이 출력 트래픽 제어

FR망에서 출력 트래픽 제어의 필요성은 주로 Overbooking에 의하여 발생한다. FR에서 PVC 연결을 수락할 것인지를 판단할 때 기본적으로 해당 가입자의 논리적 연결의 대역 합이 AR(Access Rate) 보다 큰지를 비교하여 판단한다. 대역합의 계산은 CIR만으로 또는 CIR과 EIR의 합으로 계산될 수 있으며, CIR과 EIR의 합으로 호 수락 제어를 수행할 경우 다음 식과 같으며, Overbooking이 발생하지 않는다.

$$\sum (CIR+EIR) < AR$$

그러나 각 논리적 연결에 의하여 전달되는 트래픽은 특별한 경우만 군집 트래픽을 형성하므로 정상 상태에서는 AR 보다 매우 적은 트래픽이 전달되어 대역이 비 효율적으로 운용될 수 있다. 따라서 일반적으로는

다음 식과 같이 CIR 만을 사용하여 호 수락 제어를 수행하며, 이 경우 Overbooking이 된다.

$$\begin{aligned} \sum (CIR+EIR) &> AR \\ \sum CIR &< AR \end{aligned}$$

입력 트래픽은 AR보다 클 수가 없으므로 Overbooking이라 하더라도 문제를 발생하지 않는다. 반면에 출력 트래픽은 서로 다른 가입자로부터 전달된 각 연결별로 트래픽 파라미터를 준수하는 트래픽이나 전달된 트래픽의 합은 AR보다 클 수가 있다.

Overbooking 이외에도 FR/ATM 연동 시 FR과 ATM 간의 대역폭 변환에서의 차이가 존재하며 이에 의하여 출력 트래픽 제어가 필요하다. ATM 망에서는 FR 트래픽 파라미터를 ATM 트래픽 파라미터로 변환하여 트래픽을 제어하며, 트래픽 파라미터 변환식에는 FR과 ATM 간의 대역 비율을 결정하여야 하는데 대역 비율은 프레임의 길이를 특정 값으로 고정하여야 가능하다. 그러나 실제 프레임의 길이는 가변이므로 FR의 QoS를 ATM 망에서 보장하기 위해서는 여유를 두어 대역 비율을 결정한다. 이 경우 FR에서 ATM으로 전달되는 트래픽은 프레임 길이가 충분히 큰 경우 ATM 망에서도 FR의 QoS가 보장되어 문제가 없다. 그러나 ATM에서 FR로 전달되는 트래픽은 AAL5의 패킷 길이가 클 경우 전달되는 ATM 셀은 ATM 트래픽 파라미터를 준수하지만 FR 망에서는 FR 트래픽 파라미터를 초과하는 트래픽이 될 수 있다. 이는 전달된 트래픽이 FR 트래픽 파라미터를 준수하지 않는다는 관점에서 FR Overbooking과는 다르다.

출력 트래픽 제어는 출력 방향으로 발생한 폭주를 제어하는 문제이다. 이 경우 폭주를 선언할 수 있는 방안이 필요하며, 폭주 시 제어하는 절차가 필요하다. 폭주를 감시하는 기능은 일반적으로 Buffer가 특정 문턱값을 초과하는 것으로 판단하며, 폭주를 유발한 연결 및 가입자를 포함하여 망에서 보장하는 QoS는 유지될 수 있어야 한다. 특히 여러 가입자가 공통 버퍼를 사용할 경우 특정 가입자에 의하여 Buffer Full이 발생할 수 있으며, 이 경우 특정 가입자의 트래픽만 선별 제어하는 폭주제어가 가능하다. 망에서의 폭주제어는 FECN 및 BECN을 생성/전달하는 것과 DE=1로 설정된 프레임 폐기하는 등 폭주의 정도에 따라 대응 방법이 다를 수 있으며, 사용자 단말의 폭주제어 기능과 호응하여 수행되어야 한다.

6. 결 론

본 논문에서는 FR/ATM을 연동하는데 있어서 수행되어야 하는 UPC 기능에 대하여 연구하였다. 연구 결과 FR/ATM 연동에서는 FR UPC 방식을 사용하여야 FR QoS를 ATM 망에서도 보장할 수 있는 것으로 나타났다. 사용 가능한 FR UPC 연구에서는 JW 방식과 TJW 방식과 TPJW 방식과 FVSA 등이 고려되었으며, JW 방식이 간단하여 구현이 용이하나 Fairness가 부족하며, FVSA가 FR의 군집 트래픽을 처리하기에 가장 적합한 방식인 것으로 나타났다. 반면에 TJW 및 TPJW 등은 구현이 복잡한 하지만 특징적인 이점이 없는 것으로 나타났다.

FR Overbooking 및 FR/ATM 트래픽 파라메타 Mismatch에 의한 출력 트래픽 제어 방식은 구현에 의존하는 요소가 많으며, 더 연구되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] ITU-T Rec. Q.922, *ISDN Data Link Layer Specification for Frame Mode Bearer Services*, 1993.
 [2] ITU-T Rec. Q.933, *Digital Subscriber Signalling System No.1(DSS 1) Signalling Specification for Frame Mode Basic Call Control*, 1995.
 [3] ITU-T Draft Revised Rec. I.555, *Frame Relaying Bearer Service Interworking*, Jan. 1997.
 [4] ITU-T Rec. I.370, *Congestion Management for the ISDN Frame Relaying Bearer Service*, Mar. 1993.
 [5] ITU-T Rec. I.371, *Traffic control and congestion control in B-ISDN*, Mar. 1994.
 [6] Frame Relay Forum, *User-to-Network Implementation Agreement*, Frame Relay Document

FRF 1.1, Jan. 19, 1996.

[7] Frame Relay Forum, *Frame Relay/ATM PVC Network Interworking Implementation Agreement*, Frame Relay Document FRF.5, Dec. 20, 1994.
 [8] Frame Relay Forum, *Frame Relay/ATM PVC Service Interworking Implementation Agreement*, Frame Relay Document FRF.8, Apr. 14, 1994.
 [9] The ATM Forum, *BISDN Inter Carrier Interface (B-ICI) Specification - Appendix A*, Aug. 1993.
 [10] ATM Forum, *Traffic Management Specification Version 4.0*, af-tm-0056.000, Apr. 1996.



남 윤 석

e-mail : namys@etri.re.kr

1984년 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)

1987년 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)

1995년 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)

1987년~현재 한국전자통신연구원/교환전송기술연구소 책임연구원

관심분야 : 트래픽 제어, ISDN, 망 연동, 초고속통신망



박 원 식

e-mail : wspark@etri.re.kr

1985년 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)

1987년 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)

1987년~현재 한국전자통신연구원/교환전송기술연구소 선임연구원

관심분야 : 교환, ISDN, 망 연동, 초고속통신망