

Frame Relay와 ATM 간의 트래픽 파라메타 변환 및 적용

남 윤 석[†] · 장 의 현[†]

요 약

FR과 ATM은 서로 다른 트래픽 파라메타를 사용하기 때문에 연동하기 위해서는 트래픽 파라메타를 서로 변환하는 기능이 필요하다. 변환식은 FR과 ATM을 경유하면서 중단 단말간의 서비스 품질이 보장되고 또한 망 자원을 효율적으로 사용할 수 있어야 한다. 변환식에는 여러 조합이 고려된다. 즉, FR/ATM 연동 방식에서는 망 연동과 서비스 연동으로 구분되고, 망 연동에서 다중화 방식에 따라 1-to-1과 N-to-1 방식이 가능하다. 또 FR 트래픽은 ATM에서 CBR, VBR, ABR, GFR 등의 ATC로 대응시킬 수 있고, 각 ATC는 CLP에 따른 대역의 조합 구성이 가능하다. ATM 대역 계산에서도 FR 연결의 최대 대역을 AR 또는 CIR+EIR로 사용할 수 있다.

기존 ITU-T 방식은 서비스 연동만으로 제한하였고, ATM Forum 방식은 가능한 방법을 나열함으로써 연동 시스템 간의 기능 차이에 의한 선택이 어렵다. 또한 변환식을 실제로 적용하기 위해서는 기존 방식에서 고찰되지 않은 많은 문제점들이 있다. 따라서 본 고에서는 기존 방식을 고찰하고, 최근의 연구 및 기술 동향을 반영한 변환 방식을 제안하고, 가상 AR 적용과 운용시의 변환식 선택 및 고려할 점 등에 대하여 기술한다.

Traffic Parameter Mapping and Its Considerations on Frame Relay/ATM Interworking

Yoon-Seok Nam[†] · Ik-Hyeon Jang[†]

ABSTRACT

The FR(Frame Relay) and the ATM specifications have different traffic control mechanisms with different traffic parameters, so the interworking between FR and ATM requires their traffic parameter mapping or translation to guarantee the quality of service for the end users across frame relay networks and ATM networks, and to utilize the network resources efficiently. In mapping methods, there are many parameters such as interworking methods of service interworking and network interworking, multiplexing methods to 1-to-1 and N-to-1 in network interworking. There are also several ATM transfer capabilities available such as CBR, VBRs, ABR, and GFR. The traffic parameters of the ATCs are concerned with CLP. Maximum bandwidth or peak cell rate of FR-to-ATM mapping may be described with access rate of frame relay subscriber or CIR+EIR of frame relay connection.

ITU-T and ATM Forum proposed their own methods, but their applications are restricted to service interworking or network interworking. Some of ATM Forum equations are not applicable. Both methods just described the translation equations, but did not consider on the applications of real network. In this paper, we considered and compared the existing methods, and proposed our method applicable with flexibility and operability reflecting recent technologies. We also described some considerations on real network operations concerned with virtual AR, traffic bandwidth ratio, and so on.

1. 서 론

FR(Frame Relay)[2, 4-6]는 LAN(Local Area Network) 간을 연결하는 WAN(Wide Area Network) 기간 기술로서 특히 Router 망에서 사용되고 있으며 데이터를 프레임 단위로 전달한다. 연결 설정은 SVC(Switched Virtual Connection)와 PVC(Permanent Virtual Connection)로 연결형 서비스가 이루어지는데, 대부분 PVC 형태로 사용된다. 서비스는 본사와 지사간의 데이터 전송과 고속으로 인터넷과 접속하는데 주로 사용된다. 1997년 말부터 음성 서비스도 규격화되어 서비스가 이루어지고 있기 때문에 FR 서비스는 비실시간 서비스와 실시간 서비스로 구분하여 제공된다. 국내 공중망 사업에는 한국통신과 테이콤이 참여하고 있고, 사설망 분야에는 여러 기업에서 참여하고 있다.

ATM(Asynchronous Transfer Mode)[3, 8]은 다양한 서비스를 통합하는 B-ISDN(Broadband - Integrated Services Digital Network)의 전달 기술로서 데이터를 53바이트 고정길이의 ATM 셀로 나누어 전달한다. 광대역 그리고 서비스 통합 기능에 의하여 기존 망에서 이루어지는 서비스를 단일 망으로 통합할 수 있는데 FR과 PSTN(Public Switched Telephone Network) 등은 연동의 주요 대상이 된다.

FR 서비스가 대부분 PVC이기 때문에 FR과 ATM 간의 연동은 PVC로 이루어지는데 연동 방식은[1, 5, 6] 제어평면의 PVC 제어 메시지 유무와 사용자평면의 사용자 유료부하(user payload) 형태에 따라 구분되고 크게 FR PVC 제어신호가 ATM으로 전달되는 망 연동(Network Interworking)과 전달이 필요 없는 서비스 연동(Service Interworking)으로 구분된다. 각각을 상세히 구분하면 서비스 연동은 사용자 유료부하의 Multi-protocol Encapsulation 헤더 정보 변환 여부에 따라 투명모드(Transparent Mode)와 변환모드(Translation Mode)로 구분하고, 망 연동은 다중화 방식에 따라 1-to-1 망 연동과 N-to-1 망 연동으로 구분한다.

FR에서 사용하는 트래픽 파라메타로는 입력/출력에 대한 사용자 데이터 길이를 바이트 단위로 제한하는 최대 FMIF(Frame Mode Information Field), 1초당 전송되는 "frame mode information" 영역 비트의 평균수를 나타내는 CIR(Committed Information Rate), 측정 구간 T 동안 전송 가능한 최대 보장 데이터 양을 비트 수로 나타내는 Bc(Committed Burst Size), T 동안

전송 가능한 최대 비보장 데이터 양을 비트 수로 나타내는 Be(Excess burst size) 등이 있다[2]. 여기에서 측정구간 T는 $T = Bc/CIR$ 로 표시되는데 주로 1초를 많이 사용한다. 반면에 ATM에서 사용하는 트래픽 파라메타로는 1초당 전송되는 셀 수로 표현되는 PCR(Peak Cell Rate)과 SCR(Sustainable Cell Rate) 등이 있고, 셀의 지연시간을 나타내는 CDVT(Cell Delay Variation Tolerance)와 연속해서 PCR로 전송할 수 있는 셀의 수를 나타내는 MBS(Maximum Burst Size) 등이 있는데, ATM 전달 능력은 셀손실 우선순위를 고려한 이들의 조합으로 표현된다[3, 8]. 이외에 FR 가입자의 물리적 전송속도를 나타내는 AR(Access Rate)은 여러 논리적 연결의 통합 트래픽을 전달하는데 전송속도는 주로 $N \times 64\text{kbps}$ ($N = 1, 2, 3$) 등으로 사용한다.

FR/ATM 연동에서는 FR과 ATM이 서로 다른 트래픽 파라메타를 사용하기 때문에 사용자 트래픽에 대한 서비스품질(QoS: Quality of Service)를 보장하기 위해서는 상이한 트래픽 파라메타를 변환하는 기능이 필요하고 하나의 PVC를 설정하는 데는 다수의 시스템이 연결되기 때문에 상호 운용이 가능하기 위하여 동일한 방식을 따라야 한다. 트래픽 파라메타 변환 관점에서 N-to-1 망 연동은 여러 FR의 대역 합을 하나의 ATM 대역으로 사상하는 것으로 하나의 FR 대역을 하나의 ATM 대역으로 사상하는 서비스 연동 및 1-to-1 망 연동과는 구분된다. 따라서 트래픽 파라메타 사상에서는 하나의 ATM 연결에 대한 FR 연결의 수에 따라 1-to-1 변환과 N-to-1 변환으로 구분한다.

FR 트래픽은 ATM에서 CBR(Constant Bit Rate), VBR(Variable Bit Rate), ABR(Available Bit Rate), GFR(Guaranteed Frame Rate) 등의 ATC로 대응시킬 수 있는데 주로 VBR을 사용하도록 제안하고 있다. ATMF(ATM Forum)에서는 1993년 B-ICI(Broadband Inter Carrier Interface)에 망 연동과 관련한 CBR과 VBR 형태의 수식을 제안하였고, ITU-T(Telecommunication Standardization Sector of International Telecommunication Union)에서는 1995년부터 FR/ATM 연동과 관련한 규격을 I.555에 기술하기 시작하여 1997년 초에 서비스 연동에 관한 VBR 수식을 제안하였다. ATMF 및 ITU-T 규격은 의미상 거의 대부분이 일치하나 수식에서 사용하는 표현이 서로 다르고, 망 연동 및 서비스 연동 모두에 적용 가능한 수식을 제시하지 않았다[1, 7].

본 고에서는 먼저 ITU-T 및 ATM의 관련 규격에서 제시된 기존 변환 방식을 살펴보고 각 변환식의 의미 및 문제점을 검토하였다. 다음으로 기존 방식의 주요 차이점, 연동 방식과 관련하여 실제 망에서 발생하는 문제점, FR 가입자의 AR 의미 등을 살펴보고, 앞에서 언급된 여러 문제점들을 고려하여 표현할 수 있는 변환식을 제시하였다. 변환식은 연동방식, 다중화 방식, ATC 선택, CLP에 따른 조합, AR 또는 CIR + EIR의 사용 등이 고려되어 정리된 것이다. 그리고 변환식이 적용되는 절차 및 변환식의 선택, 서비스 연동의 변환모드 관련, 사용자 트래픽의 평균 길이에 따른 대역 비[9] 등의 문제점, 비 실시간 AAL5 서비스에 적용하는 GFR 방식 고찰 그리고 결론 순으로 기술하였다.

2. 기존 변환 방식

2.1. ITU-T 변환식

ITU-T에서는 1-to-1 변환에 관한 식을 제시하였다. FRBS(Frame Relaying Bearer Service) to B-ISDN 변환과 B-ISDN to FRBS 변환으로 구분한다. 용어 정의 및 변환식은 다음과 같다.

- AR = Frame Relay Access Rate (bit/s)
- N = Number of user information bytes carried in a FR frame (bytes)
- Y = Number of cells required to carry one frame of user information (cells/frame)
= Round up{ (N + 8 + K) / 48 }, where 8 bytes of AAL5 overhead are included
- K = A number between 0 and 6 representing the additional overhead for the specific encapsulation used for service interworking
- M = Number of bytes required to carry one frame of user information (bytes/frame)
= N + 5, where 5 bytes include sthe FR flag, header, and FCS.
- CIR = Committed Information Rate, Bc/T, (bits/s)
- EIR = Excess Information Rate, Be/T, (bits/s)
CIR + EIR =< AR
- Bc = Committed Burst size (bits)
- Be = Excess Burst size (bits)
- T = Measurement Interval, Bc / CIR, (sec)
- PCR = Peak Cell Rate, (cells/s)
- SCR = Sustainable Cell Rate, (cells/s)

- MBS = Maximum Burst Size, (cells)
- CLR = Cell Loss Ratio
- FLR = Frame Loss Ratio

FRBS to B-ISDN 변환식

- PCR₀₊₁ = (AR / 8 bit/byte) x (1 / M) x (Y)
- SCR₀₊₁ = ((CIR + EIR) / 8 bit/byte) x (1 / N) x (Y)
- MBS₀₊₁ = ((Bc + Be) / 8 bit/byte) x [(1 / (1 + (CIR + EIR) / AR)) + 1] x (1 / N) x (Y)
- CLR = FLR x (Y / M), approximately

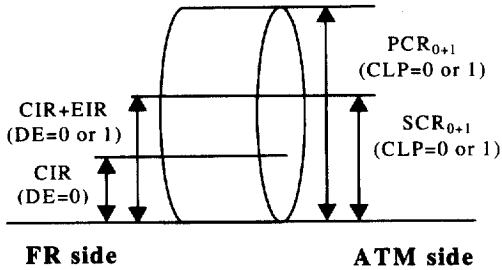
B-ISDN to FRBS 변환식

- CIR = (SCR₀₊₁) x (1 / Y) x (N) x 8 bit/byte
- Bc = (MBS₀₊₁) x (1 / Y) x (N) x 8 bit/byte
- Be = 0 (non zero values are for further study)
- FLR = CLR x (M / Y), approximately

권고안에서는 변환식 적용을 서비스 연동으로 제한하였고, ATM 파라메타 조합은 SBR1(Statistical Bit Rate 1)으로 기술하였다. 권고안 본문에서는 망 연동 및 서비스 연동에 대하여 기술하고 있으면서 트래픽 파라메타 변환에서는 서비스 연동으로 제한한 것과 트래픽 파라메타 (PCR₀₊₁ SCR₀ MBS₀)과 Tagging Option을 조합하여 SBR2 및 SBR3 사용도 가능한데 SBR1으로 제한한 것은 ATM 서비스 초창기 상호 운용성 등을 고려한 것이다. 즉, ATM 시스템 간에는 규격 및 기능이 완전히 일치하지 않을 수 있는데 다양한 트래픽 파라메타 조합 운용이 가능하기 위해서는 UPC(Usage Parameter Control)/NPC(Network Parameter Control) 소자의 ATM 셀 감시 기능과 ATM 출력 셀의 간격을 제어하는 셀 간격제어(Cell Shaping) 기능이 지원되어야 하기 때문이다.

위의 수식에서 FR-to-ATM 변환과 ATM-to-FR 변환을 제시하였는데 전송 가능한 최대 트래픽 대역은 FR에서는 Bc+Be이고 ATM에서는 SCR₀₊₁이 되므로 대역은 대칭을 이룬다. 그러나 FR 단말에서 Be>0이라도 ATM-to-FR 변환에서는 Be=0이 된다. 이것은 ATM에서 CLP(Cell Loss Priority)=0 트래픽 대역이 비대칭이 될 수 있음을 허용하는 것이다. 즉, FR 단말에서 CIR, Bc, Be로 생성된 트래픽은 Bc 트래픽만 CLP=0으로 변환되어 전달되고, ATM 단말에서는 CLP와 무관하게 SCR₀₊₁ 트래픽 만큼 CLP=0으로 전달될 수 있음을 포함한다. 이 경우 ATM 단말은 모든 셀을 CLP=0으로 전달하는 것이 망의 폭주에 대비하여 유리하고 이는 망 자원의 낭비를 의미한다. 아래 그림

은 이를 나타낸 것으로 DE(Discard Eligibility)는 CLP와 대응되는 프레임에 대한 폐기 우선순위 표시이다.



(그림 1) SBR1에서의 비대칭 CLP/DE=0 대역 모형

2.2. ATM Forum 방식

1993년 ATMF B-ICI Version 1.0에 제안된 이후 Version 2.0 현재까지 동일한 변환식을 사용한다. ATM 초창기에 제안된 변환식이라서 현재 사용 가능한 ATC와 상이한 형태도 있다. FR과 ATM 간의 오버헤드(Overhead) 정도를 OHA(n) 및 OHB(n)로 정의했고, 다중화 방식에 따라 1-to-1과 N-to-1으로 구분하였다.

- 용어 정의

n = Number of user information octets in a frame

$$OHA(n) = \frac{\lceil \frac{n+h1+h2}{48} \rceil}{n+h1+h3}$$

= Overhead Factor for Access Rate, (cells/byte)

$$OHB(n) = \frac{\lceil \frac{n+h1+h2}{48} \rceil}{n}$$

= Overhead Factor for Committed/Excess Rate, (cells/byte)

[X] = Stands for the smallest integer greater than or equal to X

h1 = Frame Relay Header Size, (octets), 2/3/4 octet headers

h2 = AAL5 Type 5 PDU Trailer size, (8 octets)

h3 = Frame Relay High-Level Data Link Control (HDLC) overhead of CRC-16 and Flags, (4 octets)

2.2.1 1-to-1 변환

(1) 3 GCRA(Generic Cell Rate Algorithm)를 사용하는 경우

(PCR₀₊₁, SCR₀, MBS₀, SCR₁, MBS₁)의 조합이 사용된다. 그러나 이러한 사용은 TM4.0 VBR 서비스 뿐만 아니라 어느 ATC에도 나타나지 않는다. 규격 사항 이외에도 현재 사용되고 있는 UPC(Usage Parameter Control)/NPC(Network Parameter Control) 소자에서도 최대 2개의 GCRA를 지원한다.

$$PCR_{0+1} = \frac{AR}{8} [OHA(n)]$$

$$SCR_0 = \frac{CIR}{8} [OHB(n)]$$

$$MBS_0 \approx \left\lceil \frac{Bc}{8} \left(\frac{1}{1 - \frac{CIR}{AR}} \right) + 1 \right\rceil [OHB(n)]$$

$$SCR_1 = \frac{EIR}{8} [OHB(n)]$$

$$MBS_1 \approx \left\lceil \frac{Be}{8} \left(\frac{1}{1 - \frac{CIR}{AR}} \right) + 1 \right\rceil [OHB(n)]$$

(2) 2개의 GCRA를 사용할 경우

(PCR₀₊₁, SCR₀, MBS₀) 조합을 사용한다. PCR₀₊₁을 계산하는 방식에 있어서 AR 또는 CIR+EIR을 기준으로 한다. AR을 기준으로 할 경우 IWF에서는 엄격한 의미의 셀 간격제어가 전제되지 않는다. 그러나 (CIR+EIR)을 기준으로 할 경우 IWF에서는 반드시 (CIR+EIR) 기준의 셀 간격제어 기능이 수반되어야 한다. AR 기준시에는 다음과 같다.

$$PCR_{0+1} = \frac{AR}{8} [OHA(n)]$$

$$SCR_0 = \frac{CIR}{8} [OHB(n)]$$

$$MBS_0 \approx \left\lceil \frac{Bc}{8} \left(\frac{1}{1 - \frac{CIR}{AR}} \right) + 1 \right\rceil [OHB(n)]$$

$$\begin{aligned} \text{Allowed EIR} &= \frac{8[PCR_{0+1} - SCR_0]}{OHB(n)} \\ &= \frac{AR}{8} \left[\frac{n}{n+h1+h2} \right] - \frac{CIR}{8} \end{aligned}$$

Allowed Be ≈ ∞

(CIR+EIR) 기준시에는 다음과 같다.

$$PCR_{0+1} = \frac{CIR + EIR}{8} [OHB(n)]$$

$$SCR_0 = \frac{CIR}{8} [OHB(n)]$$

$$MBS_0 \approx \left[\frac{Bc}{8} \left(\frac{1}{1 - \frac{CIR}{AR}} \right) + 1 \right] [OHB(n)]$$

이 경우 PCR₀₊₁을 SCR₀₊₁로 볼 수도 있다. MBS₀₊₁은 다음 식으로 주어진다.

$$MBS_{0+1} \approx \frac{Bc + Be}{8} \left[\frac{1}{1 - \frac{CIR + EIR}{AR}} + 1 \right] [OHB(n)]$$

2.2.2 N-to-1 변환

(1) PCR₀₊₁만 사용 시

여러 개의 DLCI(Data Link Connection Identifier)를 하나의 VCC로 변환할 경우 통계적 다중화가 기본적으로 가정되며, 따라서 통합 트래픽은 완만한 것으로 간주한다. PCR₀₊₁만 사용하며, CDVT는 1-to-1 변환에서와 동일 개념으로 결정한다.

$$PCR_{0+1} = \sum_{All\ DLCIs} \left[\frac{CIR + EIR}{8} \right] [OHB(n)]$$

(2) Worst case 시

통계적 다중화의 smooth 효과를 가정하지 않고 최악의 경우에도 수용될 수 있도록 한다.

$$PCR_{0+1} = \sum_{All\ Interfaces} [PCR_{0+1} \text{ calculated as } 1\text{-to-1 mapping}]$$

$$SCR_0 = \sum_{All\ DLCIs} [SCR_0 \text{ calculated as } 1\text{-to-1 mapping}]$$

$$MBS_0 \approx \sum_{All\ DLCIs} [MBS_0 \text{ calculated as } 1\text{-to-1 mapping}]$$

2.2.3 ATM Forum 방식 고찰

PCR 변환에 AR 또는 CIR+EIR을 사용하는 수식으로 정리되어 있다. OHA(n) 및 OHB(n)에서 나타난 바와 같이 ATM 망을 점유하는 사용자 유효부하에 FR Header가 포함되는 형태이며, 이는 FR/ATM 연동을 망 연동 관점으로 수식을 나타낸 것이다. FR 트래픽을 VBR(Variable Bit Rate) 또는 CBR(Constant Bit Rate)

서비스로 변환하고 있는데 FR 트래픽 특성이 VBR이고, CBR은 ATM 망 자원 관리 및 과금 정책에서 비싼 트래픽으로 취급되기 때문에 CBR로 변환하는 것은 적합하지 않다.

1-to-1 변환에서 3 GCRA를 사용하는 방식은 ATMF에서 정의된 어느 ATC에 적용될 수 없고, 트래픽 제어 소자에서도 2단 정도까지만 지원하므로 적합하지 않다. 1-to-1 변환에서 2 GCRA를 사용하는 방식 가운데 CIR+EIR로 PCR을 계산하는 수식은 IWF에서 셀 간격 제어 기능을 반드시 수행해야 되는데 초기 ATM 시스템에서 사용된 셀 간격 제어 소자들은 제한된 수의 셀 간격 제어기를 가지므로 다양한 대역에 대한 셀 간격제어가 어려울 수 있다. 또, N-to-1 변환에서 1-to-1 변환의 PCR 수식은 (CIR+EIR) 기반으로 기술된 것이므로 AR 기반의 PCR 계산이 사용될 경우 PCR 수식은 수정되어야 한다.

N-to-1 변환에서 PCR₀₊₁을 계산하는데 1-to-1에서 구한 PCR₀₊₁의 합을 사용한다. 여기에서 "All Interfaces"에 대하여 수행하는데 이는 동일 인터페이스에 속하는 여러 개의 연결은 한번으로 계산하는 것이다. 반면에 SCR₀을 계산하는데 1-to-1에서 구한 값의 합을 사용하는 것은 동일하지만 "All DLCIs"에 대하여 수행한다. 이는 인터페이스와는 무관하게 각 연결에 대하여 계산하는 것이다.

3. 변환 방식 제안 및 적용

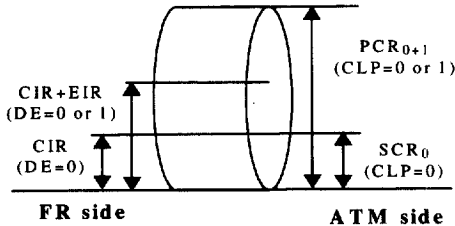
3.1 기존 변환방식의 비교

ITU-T에서는 ATM에서의 FRBS(Frame Relaying Bearer Service)를 SBR1/SBR2/SBR3 ATC로 사용하고 ATMF에서는 FRBS를 VBR1/VBR2/VBR3 ATC로 기술하므로 VBR과 SBR을 동등하게 대응시킬 수 있다. 차이점을 살펴보면, ITU-T는 서비스 연동 관점에서 시스템 상호 운용에 필요한 변환식을 제시하였고, 반면에 ATMF는 망 연동 관점에서 트래픽 제어 가능한 여러 변환식을 제시하였고 또한 적합하지 않은 변환식을 포함시켜 상호 운용에 적용하는데 선택이 어렵다. 그외 트래픽 파라메타의 조합이 다르고 또 FR 최대 대역 표시에서 AR과 CIR+EIR을 각각 사용하는 점등이 다르다.

트래픽 파라메타의 조합을 살펴보면 TM4.0의 Informative Appendix II에서 FRS(Frame Relay Ser-

vice)에 대한 예가 기술되어 있으며, VBR.3을 사용하여 설명하고 있다. ITU-T에서는 (PCR₀₊₁, SCR₀₊₁, MBS₀₊₁)의 조합을 제시하고, ATMF에서는 (PCR₀₊₁, SCR₀, MBS₀)을 제시하였다.

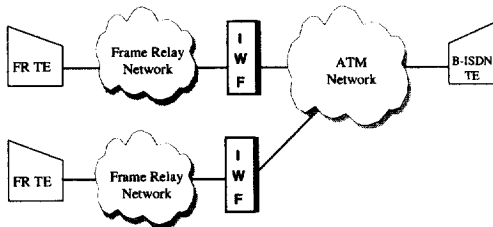
AR 기반 및 CIR+EIR 기반으로 구분하여 보면, ITU-T는 AR 기반이며, ATMF는 여러 조합을 제시하였다. 만약 IWF에서 FR 입력 트래픽에 대하여 ATM 셀 처리 기능에서 셀 간격조정을 수행하거나 또는 타 ATM 시스템과 접속하는 ATM 인터페이스에서 출력 트래픽에 대하여 셀 간격조정 기능을 수행한다면, CIR+EIR 기반의 수식을 사용할 수 있을 것이다. 완벽한 셀 간격조정 기능을 지원할 수 없으면 AR 기반의 트래픽 파라메타 변환 식을 사용하여야 한다. 이 경우 VBR2/VBR3에 대해서 최대 전송 대역이 비대칭이 될 수 있으며, 아래 그림은 이를 나타낸 모형이다.



(그림 2) VBR2/VBR3에서의 비대칭 최대 대역 모형

3.2. 실제 서비스에서의 연동 방식

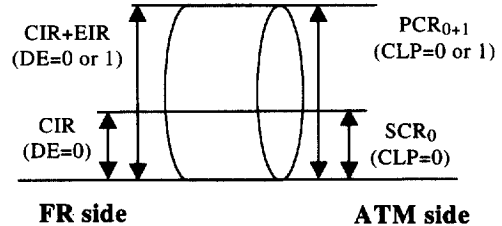
FR/ATM 연동은 트래픽 파라메타 관점에서는 크게 두가지의 경우로 구분할 수 있는데, 다음 그림과 같이 ATM을 기간망(Backbone Network)으로 사용하는 FR 망/단말 간의 연결과 FR과 ATM 망/단말 간의 연결이다.



(그림 3) 프레임 릴레이와 ATM간의 연동

먼저 FR 간의 연결을 위해 IWF에서 제공해야 하는 기능으로는 망 연동 및 서비스 연동 등에 관련된 일괄된 연동 방식의 고수이다. 즉, 양쪽 IWF에서 동일하게

망 연동 또는 서비스 연동을 수행해야 한다. 이 경우 협상된 트래픽은 먼저 FR UNI(User Network Interface)에서 제한되기 때문에 ATM 망에서는 셀간의 순간적인 변화를 포함하는 트래픽의 흐름 분포에 관련된 UPC 및 셀 간격 제어가 주요 기능이 된다. 또한 FR 트래픽 특성을 ATM 트래픽 특성으로 기술하는데 ATM 망에서는 (PCR₀₊₁, SCR₀, MBS₀) 조합을 사용하는 것이 더 적합하고, 연동 방식으로는 IWF의 기능을 단순화하여 FR 간의 투명성을 확실하게 보장하는 망 연동이 보다 적합하다. 아래 그림은 이러한 경우의 FR 및 ATM 측 대역을 나타낸 것으로 동일한 대역을 사용한다.



(그림 4) 프레임 릴레이간 서비스에서의 FR과 ATM 대역

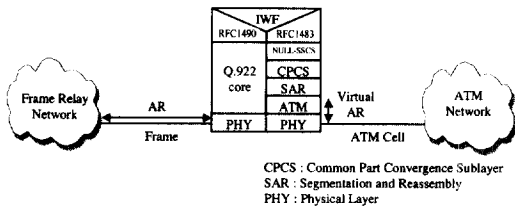
반면에 FR과 ATM 망/단말 간의 연결에서는 하나의 IWF만 활용되는데, IWF에서 망연동 기능을 수행하면 ATM 단말에서 FR 연결에 관련된 기능이 수행되어야 하고, IWF에서 서비스 연동 기능을 수행하면 ATM 단말은 Native ATM 기능을 수행한다. 이 경우 ATM 망에서 (PCR₀₊₁, SCR₀, MBS₀) 조합을 사용하면 트래픽 대역의 비대칭에 의한 문제점이 발생할 수 있고 (PCR₀₊₁, SCR₀₊₁, MBS₀₊₁) 조합을 사용하면 트래픽의 최대 대역이 대칭이 된다.

FR 및 ATM 망은 주로 데이터 트래픽을 전달하는데 활용되는데 단말은 Router 등이 된다. 그리고 여러 개의 연결을 설정하는데 종단간은 FR-to-FR이 될 수도 있고, FR-to-ATM이 될 수도 있다. 따라서 망 제공자는 단말간의 가능한 조합과 무관하게 서비스 할 수 있도록 망 기능을 하나로 하기를 바라게 되는데 서비스연동의 변환모드로 가능하다. 그러나 제한된 영역에서는 가능하나 다른 망 사업자와의 연동 등을 고려하면 결국 연결별로 연동 방식을 설정할 수 있는 기능이 요구되고, 트래픽 파라메타 변환도 이러한 경우를 반영함으로써 사용자의 QoS 보장 및 효율적인 망 자원의 관리 등이 수행될 수 있어야 한다.

3.3. 가상 AR의 사용

변환식에서 AR이 다르면 CIR, Bc, Be가 동일하더라도 PCR, MBS 값이 다르다. 이는 서로 다른 AR로 접속된 FR 가입자 간의 연결에서 쉽게 나타난다. 이 경우 동일한 FR 트래픽 파라미터에 대해 ATM 트래픽 파라미터가 다를 수 있는데 이를 허용하면 ATM 대역이 비대칭을 형성할 수 있고, 실제 트래픽에 비하여 PCR 값이 매우 크게 설정될 수 있기 때문에 ATM 대역관리가 복잡할 수 있을 뿐만 아니라 망 자원이 비효율적으로 운용될 수 있다.

FR에서의 AR은 FR 가입자의 속도를 나타내는 것이고, ATM 변환식에서의 AR은 ATM 계층에서 셀간 간격을 설정하여 셀을 전송하는 속도를 제어하는데 관련된다. 따라서 ATM 대역 변환식에서는 (CIR+EIR)보다 큰 값의 가상 AR(VAR : Virtual AR) 설정이 가능하다. 다음 그림은 IWF의 서비스 연동 프로토콜 스택을 이용하여 AR과 가상 AR의 위치 관계를 설명하기 위한 것이다. 그림에서 FR 망에서 전송된 프레임은 IWF에서 FR 기능을 중단하고, RFC1490 및 RFC1483 간의 연동 변환 및 AAL/ATM 기능을 포함한 ATM 수행절차에 따라 셀로 변환되어 ATM 망으로 전송된다. 여기에서 AR은 FR 망과 물리적으로 연결된 물리 매체의 전송속도이고, 가상 AR은 ATM 계층에서 셀 간격을 제어하는데 사용하는 연결의 전송속도에 관련된 것이다. 따라서 가상 AR은 AR과 무관하게 연결에만 관련시켜 변환식에 적용하는 것이 타당하다.



(그림 5) IWF에서의 AR과 가상 AR의 관계

가상 AR을 사용하더라도 여러 ATM 시스템이 ATM 셀 간격제어 기능에 있어 완전히 일치하기 어렵다. 이 경우 기능이 모자라는 쪽을 기준으로 맞추게 되는데 상호 최소한의 기능은 수행할 수 있어야 한다. 가상 AR을 $N * 64\text{kbps}$ 값으로 정의하고 N 값을 충분히 다양하게 운용할 수 있다면 실제 사용자 트래픽 대역에 근사한 PCR 값으로 변환이 가능하다. 즉, PCR_{0+1} 변환

식에서 AR 대신 (CIR+EIR) 보다 크면서 가장 근접한 $N * 64\text{kbps}$ 를 사용하는 방식이다. 이는 FR 망에서 새로운 연결을 등록할 때 사용자는 망 제공자가 제시하는 메뉴 가운데에서 필요한 대역을 신청하는 것과 유사하게 운용될 수 있다.

가상 AR=(CIR+EIR)로 설정하면 PEI 마다 셀이 전송되는 CBR 서비스가 되며, 이 경우 MBS는 무한대가 되는데 이것 또한 CBR의 특성이 된다. 따라서 가상 AR은 (CIR+EIR)보다 큰 값으로 설정되어야 VBR 특성을 유지하게 된다.

3.4. 제안된 변환 방식

제안된 변환식에서는 용어 및 수식 표현을 ITU-T 방식으로 나타내었다. FR/ATM 연동에서 N-to-1 망 연동 방식 수요가 많을 것으로 기대되어 1-to-1 변환 뿐만 아니라 N-to-1 변환 방식을 포함시켰다. 변환식은 연동방식, 다중화 방식, ATC 선택, CLP에 따른 조합, AR 또는 CIR+EIR의 사용 등이 고려되어 정리된 것이고, AR은 운용 시에 가상 AR이 된다.

- AR = Frame Relay Access Rate (bit/s)
- N = Number of user information bytes carried in a FR frame (bytes)
- Y = Number of cells required to carry one frame of user information (cells/frame)
- = Round up($(N + 8 + K) / 48$), where 8 bytes of AAL5 overhead are included
- K = A number between 0 and 6 representing the additional overhead for the specific encapsulation used for service interworking
- M = Number of bytes required to carry one frame of user information (bytes/frame)
- = $N + 5$, where 5 bytes include the FR flag, header, and FCS.
- CIR = Committed Information Rate, Bc/T, (bits/s)
- EIR = Excess Information Rate, Be/T, (bits/s)
- $\text{CIR} + \text{EIR} \leq \text{AR}$
- Bc = Committed Burst size (bits)
- Be = Excess Burst size (bits)
- T = Measurement Interval, Bc / CIR, (sec)
- PCR = Peak Cell Rate, (cells/s)
- SCR = Sustainable Cell Rate, (cells/s)
- MBS = Maximum Burst Size, (cells)

Interworking 방식 및 FR Header에 따라 K 값은 다음과 같다.

- 0 Transparent Mode of Service Interworking
- 0~6 Translation Mode of Service Interworking
- 2 2 byte Header of Network Interworking
- 4 4 byte Header of Network Interworking

3.4.1 1-to-1 변환

(1) SBR1 상세 수식

FRBS to B-ISDN 변환시

$$\begin{aligned}
 PCR_{0+1} &= (AR / 8 \text{ bit / byte}) \times (1 / M) \times (Y) \\
 SCR_{0+1} &= ((CIR + EIR) / 8 \text{ bit / byte}) \times (1 / N) \times (Y) \\
 MBS_{0+1} &= ((Bc + Be) / 8 \text{ bit / byte}) \times [(1 / (1 (CIR + EIR) / AR)) + 1] \times (1 / N) \times (Y) \\
 CLR &= FLR \times (Y / M), \text{ approximately}
 \end{aligned}$$

B-ISDN to FRBS 변환시

$$\begin{aligned}
 CIR &= (SCR_{0+1}) \times (1 / Y) \times (N) \times 8 \text{ bit / byte} \\
 Bc &= (MBS_{0+1}) \times (1 / Y) \times (N) \times 8 \text{ bit / byte} \\
 Be &= 0 \text{ (non zero values are for further study)} \\
 FLR &= CLR \times (M / Y), \text{ approximately}
 \end{aligned}$$

(2) SBR2/SBR3 상세 수식

FRBS to B-ISDN 변환시

$$\begin{aligned}
 PCR_{0+1} &= (AR / 8 \text{ bit / byte}) \times (1 / M) \times (Y) \\
 SCR_0 &= ((CIR) / 8 \text{ bit / byte}) \times (1 / N) \times (Y) \\
 MBS_0 &= (((Bc) / 8 \text{ bit / byte}) \times (1 / (1 (CIR) / AR)) + 1) \times (1 / N) \times (Y)
 \end{aligned}$$

B-ISDN to FRBS 변환시

$$\begin{aligned}
 CIR &= (SCR_0) \times (1 / Y) \times (N) \times 8 \text{ bit / byte} \\
 EIR &= (PCR_{0+1} - SCR_0) \times (1 / Y) \times (N) \times 8 \text{ bit / byte} \\
 Bc &= (MBS_0) \times (1 / Y) \times (N) \times 8 \text{ bit / byte} \\
 Be &= EIR \times (Bc / CIR)
 \end{aligned}$$

3.4.2 N-to-1 변환

(1) SBR1 상세 수식

FRBS to B-ISDN 변환시

$$\begin{aligned}
 PCR_{0+1} &= \sum_{\text{All Interfaces}} [PCR_{0+1} \text{ calculated as 1-to-1 mapping}] \\
 SCR_{0+1} &= \sum_{\text{All DLCIs}} [SCR_{0+1} \text{ calculated as 1-to-1 mapping}]
 \end{aligned}$$

$$MBS_{0+1} \approx \sum_{\text{All DLCIs}} [MBS_{0+1} \text{ calculated as 1-to-1 mapping}]$$

B-ISDN to FRBS 변환시

$$\begin{aligned}
 CIR &= (SCR_{0+1}) \times (1 / Y) \times (N) \times 8 \text{ bit / byte} \\
 Bc &= (MBS_{0+1}) \times (1 / Y) \times (N) \times 8 \text{ bit / byte} \\
 Be &= 0
 \end{aligned}$$

(2) SBR2/SBR3 상세 수식

FRBS to B-ISDN 변환시

$$\begin{aligned}
 PCR_{0+1} &= \sum_{\text{All Interfaces}} [PCR_{0+1} \text{ calculated as 1-to-1 mapping}] \\
 SCR_0 &= \sum_{\text{All DLCIs}} [SCR_0 \text{ calculated as 1-to-1 mapping}] \\
 MBS_0 &\approx \sum_{\text{All DLCIs}} [MBS_0 \text{ calculated as 1-to-1 mapping}]
 \end{aligned}$$

B-ISDN to FRBS 변환시

$$\begin{aligned}
 CIR &= (SCR_0) \times (1 / Y) \times (N) \times 8 \text{ bit / byte} \\
 EIR &= (PCR_{0+1} - SCR_0) \times (1 / Y) \times (N) \times 8 \text{ bit / byte} \\
 Bc &= (MBS_0) \times (1 / Y) \times (N) \times 8 \text{ bit / byte} \\
 Be &= EIR \times (Bc / CIR)
 \end{aligned}$$

3.5. 적용 및 고찰

3.5.1 변환식 적용 시스템 및 SBR1/SBR2/SBR3 선택

ATM 망에서 ATM 시스템은 ATM NMS(Network Management System)에 의하여 관리된다. 특히 FR PVC와 ATM PVC로 연동할 때 연결 설정에 필요한 DLCI와 VPI/VCI 간의 사상 뿐 만 아니라 연결의 대역을 기술하는 트래픽 파라메타도 ATM NMS로부터 받게 된다. 따라서 ATM NMS에서는 트래픽 파라메타 변환 기능이 수행되고, FR/ATM IWF에서는 FR 및 ATM 연결에 대한 각각의 트래픽 파라메타를 설정하고 해제하는 기능과 설정된 트래픽 파라메타로 트래픽을 제어하는 기능이 지원된다.

제안된 변환식은 AR 기반 변환을 적용하고, N-to-1 변환에서 B-ISDN to FRBS 방향에 대하여 1-to-1 변환의 결과를 사용한다. ATM NMS에서 PVC 설정에 관여하는 ATM 노드 시스템의 트래픽 제어기능 범위를 파악하고 있으면, 연결별로 가장 적합한 트래픽 파라메타 변환식을 적용할 수 있다.

FRBS to B-ISDN에서는 CIR, Bc, Be에 근거하여 최

대 CIR+EIR의 트래픽이 전달되고, B-ISDN to FRBS에서는 PCR, SCR, MBS에 근거하여 최대 PCR₀₊₁트래픽이 전달된다. ATM 관점에서 살펴보면, SBR1의 경우 최대 전달 트래픽은 SCR₀₊₁을 초과하지 않는다. 반면에 SCR2/SCR3의 경우 CLP=0은 SCR₀을 초과하지 않으나 CLP=1은 (PCR₀₊₁ SCR₀) 만큼 가능하므로 통합 트래픽은 PCR₀₊₁ 만큼 가능하다.

PCR₀₊₁변환식에 AR이 사용되고 AR>>(CIR+EIR)이면, SBR2/SBR3은 사용자 트래픽 대역이 비 대칭이 될 수 있기 때문에 SBR1의 사용이 적합하다. 반면에 AR이 CIR+EIR과 유사하면 SBR2/SBR3이 적합하다. 이 경우 IWF에서는 연결별로 셀 간격제어 기능이 반드시 수행되어야 한다.

3.5.2 Multi-protocol Encapsulation 길이

서비스 연동의 변환모드에서는 사용자 유료부하에 포함되는 Multi-protocol Encapsulation 형태가 FR과 ATM이 상이한데 길이를 바이트로 비교하면 다음 표와 같다.

<표 1> 변환모드에서의 FR/ATM Multi-Protocol Encapsulation 길이 비교

| Protocols | | FR | ATM |
|------------------------------|---|----|-----|
| Bridged PDUs | 802.3, 802.4, 802.5 and FDDI bridged PDUs | 8 | 10 |
| | 802.6 bridged PDUs | 8 | 8 |
| | source routed BPDU | 8 | 8 |
| Routed PDUs | routed IP PDUs | 2 | 8 |
| | ISO routed PDUs | 2 | 4 |
| | other Routed PDUs | 8 | 8 |
| Connection Oriented Protocol | X.25/ISO 8208 packets | 2 | 4 |
| | Q.933/Q.2931 | 6 | 8 |

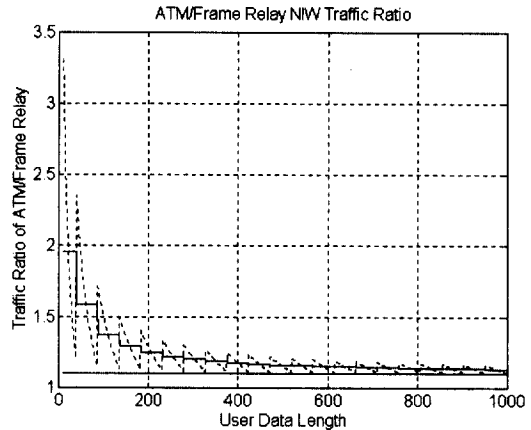
SVC의 경우 하나의 연결에 대해 하나의 사용자 프로토콜이 일반적이기 때문에 호 설정 단계에서 메시지 내에 사용자 프로토콜을 명시한다. 그러나 PVC의 경우 각 연결에 대한 특정 사용자 프로토콜을 설정하여 운용하기가 어렵기 때문에 프레임 별로 프레임의 Multi-protocol Encapsulation 형태를 분석하여 변환한다. 따라서 변환모드에서의 K값은 PVC에서 최대값으로 설정하는 것이 바람직하다. 이는 또한 IP(Internet Protocol) 트래픽이 대부분인 최근 상황에 적합한 것으로 판단된다.

3.5.3 대역비 고찰

ITU-T에서는 셀수를 Y, 프레임 길이를 N, FR 오버

헤드가 포함된 프레임 길이를 M으로 표현한다. PCR 수식에서는 (Y/M)을 사용하고, SCR 수식에서는 (Y/N)을 사용한다. (Y/M) < (Y/N) 이다. ATMF에서는 OHA(n) 및 OHB(n)가 (셀수/n)으로 표현되고, OHA(n)은 FR 오버헤드가 포함된 프레임 길이를 사용하고, OHB(n)은 FR 오버헤드가 빠진 순수한 사용자 정보만을 포함하는 프레임 길이를 사용한다. 따라서 OHB(n) > OHA(n)이다. 결국 ITU-T의 (Y/M)는 ATMF의 OHA(n)와 대응하는 변수이고, (Y/N)는 OHB(n)와 대응하는 변수로서 동일한 특성을 기술하는 것이다.

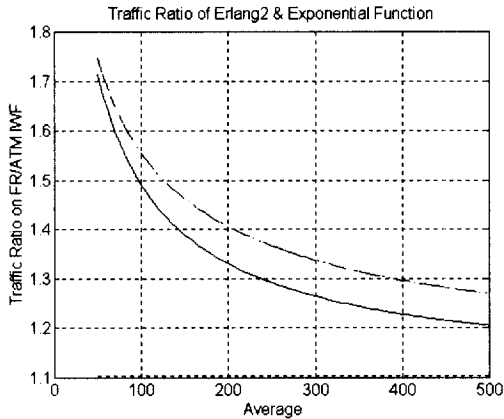
아래 그림은 프레임 길이에 따른 FR/ATM 간의 대역 비율을 나타낸 것이다. 점선은 실제 대역 비율이고, 실선은 구간별 평균값이다. 대역 비율은 톱니처럼 보이는데 이는 AAL5에서의 zero padding 때문이다.



(그림 6) 프레임 길이에 따른 FR/ATM 간의 대역 비율

다음 그림은 모사시험에서 FR 트래픽을 생성하는데 트래픽의 프레임 길이가 지수(Exponential)함수 또는 Erlang 함수 PDF(Probability Density Function)를 따른다고 가정하고, 생성된 프레임의 길이에 따른 FR-to-ATM 대역비를 구한 것이다. 분포함수의 평균 프레임 길이는 50에서500 바이트 까지 가변시켰다. 위의 점선은 지수함수, 그리고 아래의 실선은 Erlang 함수에 대한 대역비를 나타낸다. 그림에서와 같이 대역비는 평균 프레임 길이에 반비례한다. 지수함수가 Erlang 함수보다 대역비가 크게 나타나며, 대역비=1.5에서는 Erlang 함수는 100 그리고 지수함수는 130 정도의 평균이 요구됨을 알 수 있다. 평균 100에서는 Erlang 함수는 1.5의 대역비를 그리고 지수함수는 1.55

정도의 대역비를 보였고, 평균 250에서는 각각 1.29 및 1.36 정도를 보였다.



위 : Exponential PDF, 아래 : Erlang PDF

(그림 7) 평균 프레임 길이에 따른 FR/ATM 간의 대역 비율

변환식에서 $Y = \text{Round up}((N + 8 + K) / 48)$ 을 적용할 경우 N 값에 따라 PCR, SCR, MBS 값이 달라지며, N은 실제 프레임의 길이지만 연결 설정 시에는 예측되는 값이 사용된다. 따라서 N값 설정이 예측되므로 역으로 대역비를 기준으로 적합한 N 값 설정도 가능하다. FR 서비스의 대부분이 TCP/IP의 패킷이고, Internet 트래픽의 평균 패킷 길이가 250바이트 정도이고 대부분 짧은 프레임이거나 파일전송 등의 서비스에서와 같이 긴 프레임인 것으로 알려져 있다. 따라서 위의 결과를 활용하고 약간의 여유를 고려하면 FR/ATM 연동에서 대역비는 1.5 정도에서 사용되는 것이 적합할 것으로 예측되나 이는 가입자 또는 연결의 서비스 특성에 따라 달라질 수 있다.

$Y * 53$ 는 대역비에 해당되는데 Y는 거시적으로 N이 증가하면 감소하여 53/48로 접근하나, N이 크다고 Y가 항상 작지는 않다. 실제 사용에서는 N을 입력하고, 이에 해당하는 Y를 사용하는 방법과 $Y * 53$ 값을 창에서 입력하는 형태도 가능하다. N을 입력할 경우 AAL5에서 zero padding은 0~47까지 가능하므로 zero padding은 평균값 24를 사용하면 N이 증가함에 따라 Y는 항상 감소하는 관계를 유지할 수 있다.

3.5.4 GFR 고찰

GFR은 프레임 단위로 생성되는 비실시간 트래픽에

대한 ATC로 사용되는데, ATM 초창기에 AAL5 트래픽 처리에 사용되는 EPD(Early Packet Discard) 및 PPD(Partial Packet Discard) 등의 기법이 F-GCRA 내에 포함되어 셀의 트래픽 파라메타 준수 여부를 프레임 단위까지 고려하여 처리 방식이다. GFR의 트래픽 파라메타에는 PCR, MCR(Minimum Cell Rate), MFS(Maximum Frame Size), MBS 그리고 CDVT(Cell Delay Variation Tolerance) 등이 포함되고, 셀의 협상된 트래픽 파라메타 준수여부는 PCR과 동일 프레임에 속하는 셀의 CLP 일치 여부, 그리고 프레임의 길이가 MFS 이하인지로 판단된다. 따라서 GFR의 MCR을 SBR의 SCR로 처리하면 GFR은 프레임 단위의 트래픽 제어가 이루어지는 SBR이 된다.

FR 트래픽을 SBR 보다 GFR로 변환하면, ATM 망에서의 셀 손실이 프레임 손실에 미치는 영향이 덜해진다. 즉, FR 측 QoS가 향상된다. 반면 ATM 망에서는 GFR이 비실시간 서비스로 제한되기 때문에 지연 특성은 VBR로 변환될 때보다 나빠진다.

4. 결 론

FR/ATM 연동에서 트래픽 파라메타 변환에 대하여 ITU-T와 ATMF의 규격을 살펴보고 추후의 ATM 소자 또는 ATM 시스템의 기능 향상을 기대하면서 적용할 수 있는 변환식을 제안하고, 이에 대한 운용 및 문제점 등을 고찰하였다.

ATM 트래픽에 대한 셀 간격제어 기능이 있는 완전하지 못한 경우에는 PCR을 계산하는데 AR 값을 사용하는 것이 타당하고, 특히 대역의 대칭성과 최대 허용치가 실제로 단말에서 발생하는 트래픽과 일치하는 SBR1이 사용되어야 할 것이다. 셀 간격제어 기능이 완전할 경우 PCR을 계산하는데 CIR+EIR값을 사용하는 것이 가능하고, 최대 허용치가 PCR 값에 의하여 제한되므로 SBR2/SBR3 ATC를 사용하는 것이 적합하다. AR 값은 가상의 AR 값으로 대체함으로써 AR이 다른 사용자 간의 연결을 설정하는데 PCR 값 등을 대칭으로 운용할 수 있으므로 반드시 대체 운용되어야 할 것이다. 또한 사용자의 트래픽의 평균 길이가 얼마인지에 따라 변환식에서의 가중치를 달리 적용하여야 한다.

프레임 단위로 생성되는 비실시간 트래픽에 대한 ATC로 GFR을 사용할 수 있는데 FR/ATM 연동에서도 GFR을 사용하게 되면 SBR에 사용되는 파라메타와

유사한 형태를 유지하고, 또한 프레임 특성에 관련된 파라메타가 고려됨으로써 프레임 손실이 줄어 보다 적합한 트래픽 변환이 될 것이며 이에 대한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] ITU-T Rec. I.555, *Frame Relaying Bearer Service Interworking*, Sep. 1997.
- [2] ITU-T Rec. I.370, *Congestion Management for the ISDN Frame Relaying Bearer Service*, Mar. 1993
- [3] ITU-T Rec. I.371, *Traffic control and congestion control in B-ISDN*, Aug. 1996
- [4] Frame Relay Forum, *User-to-Network Implementation Agreement*, Frame Relay Document FRF 1.1, Jan. 1996.
- [5] Frame Relay Forum, *Frame Relay/ATM PVC Network Interworking Implementation Agreement*, Frame Relay Document FRF.5, Dec. 20, 1994.
- [6] Frame Relay Forum, *Frame Relay/ATM PVC Service Interworking Implementation Agreement*, Frame Relay Document FRF.8.1, Feb, 2000.
- [7] ATM Forum B-ICI 2.0 Appendix A, *Initial guidelines for FRS Traffic Characterization at the B-ICI*, 1995.
- [8] ATM Forum, *Traffic Management Specification Version 4.1*, af-tm-0121.000, Mar. 1999.
- [9] 남윤석, 김정식, "FR/ATM 연동에서 트래픽 파라메타를 사상하기 위한 대역 비율", 정보처리논문지, 제6권 제1호, pp.175-181, 1999.



남 윤 석

e-mail : ysnam@mail.dongguk.ac.kr

1984년 경북대학교 공과대학

전자공학과(공학사)

1987년 경북대학교 대학원 전자

공학과(공학석사)

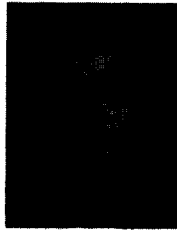
1995년 경북대학교 대학원 전자

공학과(공학박사)

1987년~2000년 한국전자통신연구원/교환전송기술연구소
책임연구원

2000년~현재 동국대학교 자연과학대학 정보통신공학과
전임강사

관심분야 : 트래픽 제어, 프레임 릴레이, ATM, 초고속
통신망, VoIP



장 익 현

e-mail : ihjang@mail.dongguk.ac.kr

1984년 서울대학교 자연과학대학

전자통계학과(공학사)

1986년 한국과학기술원 전산학과

(공학석사)

1998년 한국과학기술원 전산학과

(공학박사)

1986년~1999년 ㈜데이콤 책임연구원

1999년~현재 동국대학교 자연과학대학 정보통신공학과
전임강사

관심분야 : 컴퓨터통신, 분산처리, CTI, 이동컴퓨팅