

# 항등비트율 실시간 보장형 서비스에서의 종단간 ATM 성능 QoS 요구사항의 추출

正會員 정 재 일\*

## The End-to-End ATM Performance QoS Requirements in CBR Guaranteed Real-Time Services

Jae-il Jung\* *Regular Member*

※본 논문은 정보통신부 대학기초연구지원사업 연구비에 의하여 연구되었음.

### 요 약

본 논문은 광대역 종합정보통신망(B-ISDN)에서의 서비스품질(Quality of Service: QoS)을 다룬다. 분산 멀티미디어 환경에서 QoS 요구사항을 보장하는 문제는 기본적으로 종단간의 관점, 즉 응용과 응용 사이에서의 관점이다. 이러한 응용 계층의 QoS와 망 계층의 QoS 간의 번역에서 주요한 사항은 시스템과 망 자원 간의 번역 뿐 아니라 계층 프로토콜과 액세스 절차들 사이에서의 번역 역시 중요한 역할을 한다. 본 논문에서는 단말에서 ATM 적응계층(AAL: ATM Adaptation Layer) QoS와 ATM 망 계층 QoS 간의 번역을 다룬다. AAL 계층은 기본적으로 서비스의 형태에 의존하므로 AAL과 ATM 계층의 QoS 파라미터가 정의되며, AAL과 ATM 계층간의 번역에 초점이 맞추어진다. 예로서 AAL1 프로토콜을 사용하는 항등비트율 실시간 보장형 서비스에서의 종단간 ATM 성능 QoS 요구사항을 추출한다.

### ABSTRACT

The paper studies the Quality of Service(QoS) concept in Broadband Integrated Services Digital Network (B-ISDN). Guaranteeing the QoS requirements in distributed multimedia systems and networks is fundamentally an end-to-end issue, that is, from application to application. An important issue in the QoS translation between the application-level QoS and network-level QoS is that the translation depends not only on the translation between system resources and network resources, but also on the translation between the layered protocol and the access pro-

\*한양대학교 전자전기공학부  
論文番號: 97348-0925  
接受日字: 1997年 9月 25日

cedures. In this paper, we propose a methodology for translating the AAL(ATM Adaptation Layer) QoS parameters into the ATM layer QoS parameters in end-systems. The QoS parameters in the ATM layer and AAL are defined, and we concentrate on the translation from the AAL to the ATM layer, because the AAL must be designed to be service dependent and specific. As an example, we concentrate on the constant bit rate(CBR) guaranteed real-time service using AAL1 protocol.

## I. 서 론

ATM을 전달방식으로 채택한 B-ISDN의 문제점은 다양한 서비스의 QoS 요구를 어떻게 보장하느냐는 것이다. 분산 멀티미디어 환경에서 QoS 요구사항을 보장하는 문제는 기본적으로 종단간의 관점, 즉 응용과 응용 사이에서의 관점이다. 이러한 응용의 QoS를 보장할 수 있는 지금까지 제안된 서비스품질 구조(QoS architectures)[1-4]를 살펴보면, 서비스품질 구조 내에서 QoS 증개(broker), QoS 번역(translation), QoS 매퍼(mapper) 기능을 통하여 멀티미디어 응용의 QoS를 보장한다. 이 기능의 공통적인 요소인 응용레벨 QoS와 망레벨 QoS간의 번역을 본 논문에서는 QoS 번역이라 부른다. QoS 번역기능은 망과 종단시스템(end system) 간의 상호작용에 의해서 종합적인 방법으로 종단간 QoS를 보장한다. 멀티미디어 단말, 서버와 같은 종단 시스템의 경우, QoS 번역기능은 공통적으로 시스템 자원과 망자원 간의 매핑으로 정의된다[4, 6]. 예를들면, 시스템 자원의 경우 CPU 스케줄링, 메모리, 버퍼등이 있고, 망자원의 경우 대역폭, 버퍼 공간등이 있다. 이러한 QoS 번역을 통해서 응용 QoS인 지연(delay), 손실(loss) 등이 종단 시스템과 망에 걸쳐서 전반적으로 보장된다.

그러나, 응용레벨 QoS와 망레벨 QoS간의 번역에 있어서 중요한 사실은 망 프로토콜 계층을 통과함에 따라서 QoS가 상당한 영향을 받는다는 사실이다[5, 6]. 따라서, QoS 번역에서 응용레벨 스트림이 망 프로토콜 계층을 통과하여 UNI(User Network Interface)를 거쳐 ATM 셀로 전송되는 영향이 분석되어, 정확한 응용레벨 QoS가 망으로 요구되어, 이러한 망 QoS가 보장되도록 하는 것이 중요하다. 이들 영향으로는 CPU 스케줄링 뿐 아니라, 프로토콜 자체 기능(즉, 예러복구 및 분할 재조립), 여러개의 응용 스트림들이 AAL계층에서 다중화되는 영향, ATM계층에서 자원

관리(resource management, RM) 및 운용관리(operation and maintenance, OAM) 셀들과 다중화되는 영향, 물리계층에서 ATM 셀이 물리계층 프레임에 실리는 영향(interleaving) 등이다. 특히 물리계층에서는 점대점구성(point to point physical configuration) 경우 보다도, 무선 또는 점대다중점 구성인 경우에 공유매체 액세스 절차에 따른 셀의 손실 및 지연이 심각하게 발생될 수도 있다.

이처럼 QoS는 여러 요소에 의해 영향을 받는다. 본 논문에서는 종단 시스템에서 AAL 계층 QoS와 ATM 계층 QoS간의 성능 관련 QoS 파라미터 변환을 목적으로 하며, AAL 프로토콜의 영향을 분석한다. 채택된 예로는 함등비트율 실시간 보장형 서비스(CBR guaranteed real-time service)이다. 이 서비스를 제공하기 위하여 ATM 망에서는 AAL1 프로토콜을 이용한다. 2장에서는 분석을 위한 QoS 모델이 다루어지고, 3장에서는 AAL1 프로토콜에서 지원하는 특정 기능에 따른 영향이 분석되며, 4장에서는 분석된 결과를 토대로 수치적 예를 제시하고, 5장에서 결론을 맺는다.

## II. QoS 모델

사용자 및 응용에게 QoS를 보장하기 위해서, QoS 파라미터를 정의하여야 한다. 이 파라미터의 속성은 계층화된 프로토콜 스택에서 각 계층의 성능 요구를 나타낸다. 각 계층에서의 QoS 파라미터 정의시, 기본 개념은 각 계층이 인접상위 계층에서 요구된 QoS를 보장하기 위하여 인접하위 계층에게 새로운 QoS를 요구한다는 것이다. 따라서 인접 계층간의 QoS 파라미터 번역이 중요하다. 이 번역 메커니즘을 계층 QoS 파라미터 번역(QoS parameter translation)이라 부른다.

AAL은 해당 서비스에 의존되므로 AAL과 ATM 계층간의 번역에 초점이 맞추어진다. ATM 계층 QoS 파라미터는 근본적으로 NP(network performance) 파

라메터와 종단시스템의 파라메터를 포함하는 종단간 파라메터이다. 따라서, QoS 파라메터 번역은 궁극적으로 ATM NP 파라메터를 발생시킨다.

### 1. QoS와 NP 파라메터

각 계층에서의 QoS 파라메터 선택은 상위계층의 요구사항에 따라 달라진다. 각 계층은 상위계층으로부터 SDU(Service Data Unit)를 받아 동일계층과의 통신에는 이에 해당하는 PDU(Protocol Data Unit)를 사용하므로, QoS 파라메터는 SDU에 기반하여야 한다. 이러한 QoS 파라메터는 계층 간의 SAP(Service Access Point)을 통하여 처리된다. 본 논문에서는 데이터 전달에 관련된 성능 QoS 파라메터와 그에 해당하는 결정론적 한계(deterministic bound)를 고려한다.

#### 1.1 AAL QoS 파라메터와 그 한계

AAL QoS 파라메터는 수송레벨 QoS로서 인접 상위계층의 요구에 대한 속성(attribute)이므로 ATM망과는 독립적이다. AAL QoS 요구사항은 AAL QoS 파라메터의 한계치로 표현된다. AAL의 역할은 각 서비스 형태에 따라 요구된 QoS를 만족시키기 위한 적절한 해결책을 제공하는 것이다. 현재 ITU-T I.35aal에서 AAL QoS 파라메터를 연구 중에 있으며, 차세대 인터넷에서는 지연만을 QoS 파라메터로 다루고 있다. 본 논문에서는 다음과 같이 손실, 지연, throughput 관련 QoS 파라메터를 포괄적으로 다룬다[5].

- Error Ratio(E)와 한계( $E_{max}$ )
- Throughput(W)과 한계( $W_{min}$ )
- Delay(D)와 한계( $D_{max}$ )
- Delay Variation(J)과 한계( $J_{max}$ )

#### 1.2 ATM NP 파라메터

NP 파라메터는 망레벨 QoS로서 UNI 사이에서 망제공자에서만 관측 가능하며, ITU에서 연구 중에 있다[7]. 본 논문에서 정의되는 연결관련(connection-based) NP 파라메터는 대역폭(BW: Bandwidth), 셀손실율(CLR: Cell Loss Ratio), 셀지연(CTD: Cell Transfer Delay), 셀지연변이(CDV: Cell Delay Variation)이다.

### 2. QoS 영향요인

종단 시스템에서 QoS에 영향을 주는 요소로는 스

케줄링, 프로토콜, 트래픽에 의한 다중화, UNI 액세스 절차가 있다. 종단 시스템에서 비실시간 스케줄링은 QoS를 심각하게 저해할 수 있다[4, 6, 8]. 본 논문에서는 항등비트율 스트림이 CPU 스케줄링에 의해서 주기적인 간격으로 고정 길이의 프레임(분할·재조립 경우) 혹은 바이트(블럭·역블럭화 경우)를 AAL 계층으로 전달한다고 가정한다. 또한, 주기적으로 도착하는 항등비트율 스트림은 종단 시스템 내에 다른 연결로 부터 신호메시지, ABR(Available Bit Rate), 혹은 UBR(Unspecified Bit Rate) 트래픽들과 AAL 계층에서 다중화된다. 이러한 트래픽 관점과 UNI 액세스 절차는 추후 연구사항이고, 본 논문에서는 단지 프로토콜 관점만을 다룬다.

계층화된 성능모델[5]은 여러 손상 원인(cause of impairment)과 가능한 손상 복구방법(recovery method)을 나타낸다. QoS 파라메터 번역은 AAL 프로토콜 성능모델에 의해 분석된다. AAL1 프로토콜의 경우 QoS에 영향을 주는 기능으로는 분할·재조립(segmentation and reassembly), 블럭·역블럭화(blocking and deblocking), 부호화(예를들면, Forward Error Correction), Interleaving, Playout 버퍼가 있다.

### Ⅲ. AAL1 프로토콜에 의한 QoS 영향분석

AAL은 분할·재조립(SAR: segmentation and reassembly) 부계층과 수렴 부계층(CS: convergence sub-layer)으로 세분된다[9]. CS는 서비스에 의존적이며 AAL-SAP에서 AAL 서비스를 제공한다. QoS 번역은 입력으로 AAL QoS 파라메터 한계치들( $E_{max}, W_{min}, D_{max}, J_{max}$ )을 사용하여 NP 파라메터 한계치들( $CLR_{max}, BW_{min}, D'_{max}, J'_{max}$ )을 생성한다.

#### 1. 분할·재조립

이 경우는 SAR 부계층 QoS 파라메터와 NP 파라메터와의 번역이다. 분할 재조립의 경우, 하나의 AAL-SDU가 하나 혹은 그 이상의 PDU로 전달되며, 이 AAL-SDU를 프레임이라 한다. 이 경우 E는 FER(Frame Error Ratio)로 정의된다.

##### 1.1 셀손실율 한계치: $CLR_{max}$

$$CLR^{SAR} \cong CLR^{ATM} \cong CLR_{overflow}. \quad (1)$$

여기서  $CLR^{SAR}$ ,  $CLR^{ATM}$ 은 각각 SAR 부계층과 ATM 계층에서의 손실율이고,  $CLR^{overflow}$ 는 ATM망에서 버퍼 오버플로우에 의한 손실율이다.

SAR 부계층에서 프레임 오류확률인  $FER$ 을 계산해 보자.

$$FER = 1 - (1 - P_e)^{M_{SAR}} \cong M_{SAR} \cdot P_e \quad (P_e \ll 1 \text{이라고 가정하면}), \quad (2)$$

여기에서,  $P_e$ 는 SAR 부계층에서의 SAR-PDU의 오류 확률이며,  $M_{SAR}$ 은 한 프레임에 속하는 SAR-PDU 수를 나타내는 랜덤변수(random variable)이다. CBR 서비스인 경우  $MSAR$ 은 상수이다.

대치 메카니즘(substitution mechanism)을 고려해야 하므로, SAR-PDU 오류 확률은 직접적으로  $CLR^{SAR}$ 로 인한 것은 아니다. 예를 들어, 셀손실이 검출되면 비트 카운트 무결성의 유지를 위하여 손실된 셀이 더 미셀로 대체될 수 있기 때문이다. 그러나 이것 역시 사용자 정보의 비트오류를 유발한다. 따라서 다음을 얻을 수 있다.

$$P_e = CER^{SAR} + \alpha \cdot CLR^{SAR} \quad (3)$$

여기에서,  $\alpha(1 < \alpha < 376)$ 은 대치 메카니즘에 따라 달라지는 보상요소(compensation factor)이다. 비디오 서비스의 경우  $\alpha$ 는 비디오 코딩 기술에 따라 달라질 수 있다. 대치 메카니즘이 사용되지 않는 경우에는  $\alpha = 376$ 이다.

위 식(2), (3)으로부터  $P_e$ 가 계산되므로 최종적으로 ATM 망에 의해 보장되어야 하는 셀손실율  $CLR^{overflow}$ 인  $CL_{max}$ 를 식(1)로부터 계산할 수 있다.

### 1.2 대역폭 한계치 : $BW_{min}$

ATM 계층에서의 대역폭 한계치  $BW_{min}$ 는 SAR 부계층과 ATM 계층 프로토콜 오버헤드를 고려할 때에, AAL에서의 전송속도 한계치  $W_{min}$ 보다 크다. SDH (Synchronous Digital Hierarchy) 전송을 사용할 경우는 SDH 전송 오버헤드로 인해 전송속도 한계치가 더욱 증가한다.

$$BW_{min} = (53/47) \cdot W_{min}$$

### 1.3 지연 한계치 : $D'_{max}$

ATM 계층에서의 지연 한계치  $D'_{max}$ 은 ATM 계층에 의해 보장되어야 하고, 수신측 AAL 개체의 버퍼 (playout buffer) 크기에 의존적이다. 일반적으로 비실시간 데이터 서비스인 경우,  $D'_{max}$ 는 SAR 부계층의 분할·재조립 프로세스에 의해 영향을 받으나[5], 일반적으로 CBR 실시간 스트리밍인 경우, SAR 부계층의 SAR-PDU 처리속도가 프레임 발생율  $M_{SAR}$ 이면, pipeline 처리에 의해 분할 재조립 프로세스에 의해 영향을 받지 않는다. 즉, pipeline 처리에 의해 스트림이 SAR-PDU를 채우게 되면 바로 처리된다. 따라서,

$$D'_{max} = D_{max} - d_{max}(playout). \quad (4)$$

여기에서,  $d_{max}(playout)$ 는 최대 playout 지연이다.

### 1.4 지연변이 한계치 : $J'_{max}$

ATM 계층의 지연변이 한계치는 SAR 부계층의 분할·재조립에 의해 영향받지 않는다. ATM NP 파라미터인 큐잉 지연변이에 대한 한계치는 다음과 같이 주어진다.

$$J'_{max} = J_{max} + j_{max}(playout). \quad (5)$$

여기에서,  $j_{max}(playout)$ 는 playout 버퍼를 사용함으로써 발생하는 최소 지연변이 보상치이다.

## 2. FEC/Interleaving과 분할·재조립

이 경우는 ATM망에서 비디오 신호를 전달하는 예로서 CS 부계층 자체에서 오류에 대해 더욱 안전한 보호를 하기 위하여 FEC/Interleaving을 지원한다[5].

### 2.1 대역폭 한계치 : $BW_{min}$

$BW_{min}$ 는 FEC redundancy를 고려해 주어야 하며, 다음과 같다.

$$BW_{min} = (N/K) \cdot (53/47) \cdot W_{min}.$$

여기에서  $K$ 는 FEC/Interleaving 이전에 한 블록에 포함된 셀수,  $N$ 는 FEC/Interleaving 이후의 셀수이다.

2.2 셀손실을 한계치 :  $CLR_{max}$

$CER^{ATM}$ 과  $CER^{SAR}$ 은 FEC/Interleaving에 의해 영향을 받지 않는다. 그러나,  $CER^{CS}$ 는 FEC/Interleaving에 의해 영향을 받는다. FEC/Interleaving에 의한 오버헤드는 트래픽율(traffic rate)을 증가시키므로 상위에서 보여준  $N/K$ 에 의해 전송속도가 부가적으로 증가된다.  $\lambda$ 를 FEC 코딩 전의 트래픽율이라 하면,  $\lambda(1 + N/K)$ 은 코딩 후의 트래픽율이다. 그러나,  $CER^{CS}$  상의 트래픽율 증가의 영향은 무시할 수 있으므로 다음을 얻을 수 있다.

$$CER^{CS} = CER^{SAR} \cdot [1 - \text{Prob}(CER_{\text{compensation}})].$$

여기에서, 마지막 부분은 FEC/Interleaving이  $CER^{SAR}$ 을 정정함으로써 CS 부계층에서 CER이 감소될 수 있기 때문에 비롯된 결과이다.

FEC/Interleaving은 CS 부계층에서의 CLR 역시 변경시킬 수 있으며, 다음과 같다.

$$CLR^{CS} = CLR^{SAR} \cdot [1 - \text{Prob}(CER_{\text{compensation}})],$$

여기에서  $CLR^{SAR}$ 은 식(1)에 의해 주어진다.

셀손실(엄밀히 CS-PDU 손실) 보상을 해석적으로 모델화하기 위해, 한 블럭에서 손실 셀의 수는 이항분포를 갖는 랜덤변수로 가정한다. 한 블럭에서의 셀 수를  $N$ 이라 하고 셀손실 확률을  $CLR^{SAR}$ ( $p$ 로 표현됨)이라 할 때, 다음을 얻을 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{Prob}(i \text{ lost cells in a block}) \\ = b(N, i, p) = C_i^N \cdot p^i \cdot (1-p)^{N-i}. \end{aligned}$$

FEC/Interleaving이 블럭 당  $S$ 개까지의 손실셀을 재생 가능하다고 가정하면, 디코딩(decoding) 후 하나의 블럭에서 평균적으로 손실된 패킷의 수는 다음과 같이 주어진다.

$$N_{ave} = \sum_{i=S+1}^N i \cdot b(N, i, p).$$

따라서, 디코딩 후의 셀손실을  $CLR^{CS}$ 은 다음과 같이 주어진다.

$$CLR^{CS} = N_{ave}/N = \left[ \sum_{i=S+1}^N i \cdot b(N, i, p) \right] / N \quad (6)$$

앞절에서 처럼,  $FER \equiv M_{FEC} \cdot P_e$ 이다. 여기에서,  $P_e$ 는 CS 부계층에서의 CS-PDU의 오류확률이며,  $M_{FEC}$ 은 하나의 프레임에 속하는 CS-PDU의 수이다. 더미셀 삽입, playout 버퍼 오버플로우 및 계층화된 성능모델에서 지연된 셀 폐기의 영향을 고려해 볼 때, 다음을 얻을 수 있다.

$$P_e = CER^{CS} + \alpha \cdot \beta \cdot CLR^{CS}$$

여기에서,  $\beta$ 는 playout 버퍼 오버플로우와 지연된 셀 폐기 효과에 의존적인 보상요소이다. 따라서,

$$\begin{aligned} FER \equiv M_{FEC} \cdot P_e &= M_{FEC} \cdot [CER^{CS} + \alpha \cdot \beta \cdot CLR^{CS}] \\ &= M_{FEC} \cdot [CER^{SAR} \cdot (1 - \text{Prob}(CER_{\text{compensation}})) \\ &\quad + \alpha \cdot \beta \cdot CLR^{CS}], \end{aligned}$$

여기에서,  $CER^{SAR}$  요소는 CLRCS 요소와 비교할 때 무시할 수 있는데, 이는  $CER^{SAR}$  요소가 FEC/Interleaving에 의해 3차승 이상으로 저하될 수 있기 때문이다. 따라서,  $CLR^{CS}$ 는  $FER$ 에 의해 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$CLR^{CS} = FER_{max} / \alpha \cdot \beta \cdot M_{FEC} \quad (7)$$

식 (6)과 (7)로 부터  $CLR^{SAR}$ 가 계산되므로 최종적으로 ATM망에서 보장해 주어야 하는  $CLR_{max}$ 의 한계치를 얻을 수 있다.

2.3 지연 한계치 :  $D'_{max}^{SAR}$

SAR 부계층에서의 지연 한계치  $D'_{max}^{SAR}$ 는 1.3절에서 처럼 FEC 분할 재조립에 의해 영향을 받지 않으나, interleaving에 의해 영향을 받는다. 즉,

$$D'_{max}^{SAR} = D_{max} - d_{max}(inter).$$

여기에서  $d_{max}(inter)$ 는 interleaving에 의한 FEC 블럭 크기로 부터 결정될 수 있는 값이며, 최종적으로  $D'_{max}$ 는 식(4)와 같은 방법으로 계산될 수 있다.

2.4 지연변이 한계치 :  $J'_{max}^{SAR}$

SAR 부계층에서의 지연변이 한계치  $J'_{max}^{SAR}$ 는 블럭 분할·재조립에 의해 영향을 받지 않으나, interleaving에 의해 영향을 받으며 궁극적으로  $J'_{max}$ 는 식(5)와 같은 방법으로 계산될 수 있다.

$$J'_{max}^{SAR} = J_{max} - j_{max}(inter).$$

3. 블럭·역블럭(blocking and deblocking)

이 경우는 음성(voice), 오디오(audio) 및 회선 에뮬레이션(circuit emulation)의 예로서 하나 이상의 AAL-SDU가 하나의 PDU에 실려 전달된다. 이 경우 AAL1 CS 부계층에서 구조화된 데이터 전달(structured data transfer) 모드를 사용할 수 있고, AAL-SDU는 바이트 단위의 구조화 된 데이터(structured data)이다.

3.1 셀손실율 한계치 :  $CLR_{max}$

CS 부계층에서의 AAL-SDU가 에러일 확률인 E을 계산해 보자.

$P_e = 1 - (1 - E)^{M_e} \cong M_e \cdot E$  ( $E \ll 1$ 이라고 가정하면)이다. 여기에서,  $P_e$ 는 CS 부계층에서의 CS-PDU의 오류 확률이며,  $M_e$ 는 하나의 CS-PDU에 속하는 AAL-SDU의 수이다. 또한,  $P_e = CER^{CS} + \alpha \cdot CLR^{CS}$ 이다.

본 절에서  $CER^{CS} = CER^{SAR}$ ,  $CLR^{CS} = CLR^{SAR}$ 이다. 위 두식으로 부터  $P_e$ 가 계산되므로 최종적으로 셀손실율  $CLR_{max}$ 를 계산할 수 있다.

3.2 대역폭 한계치 :  $BW_{min}$

블럭화를 하는 과정에서 여러개의 AAL-SDU가 CS-PDU의 유효부하(payload)인 47 바이트에 맞게 실리지 않을 경우, BW는 증가( $\varphi > 1$ )해야 한다.  $BW_{min} = (53/47) \cdot \varphi \cdot W_{min}$ .

3.3 지연 한계치 :  $D'_{max}$

지연 한계치는 블럭화에서 CS-PDU를 채우기 위하여 영향을 받는다. 최종적으로,

$$D'_{max} = D'_{max}^{SAR} = D_{max} - I_B \cdot (M_B - 1) - d_{max}(payout).$$

여기에서,  $I_B$ 는 AAL-SDU 간의 시간간격이다.

3.4 지연변이 한계치 :  $J'_{max}$

지연변이 한계치는  $I_B \cdot (M_B - 1)$  만큼 영향을 받는다. 최종적으로,

$$J'_{max} = J'_{max}^{SAR} = J_{max} - I_B \cdot (M_B - 1) + j_{min}(payout).$$

IV. 수치적 예들

본 장에서는 III장에서 분석된 결과에 의해 몇가지 수치적 예를 제공한다. 이는 수송레벨의 AAL QoS 파라미터 한계치( $E_{max}$ ,  $W_{min}$ ,  $D_{max}$ ,  $J_{max}$ )가 망레벨의 NP 파라미터 한계치( $CLR_{max}$ ,  $BW_{min}$ ,  $D'_{max}$ ,  $J'_{max}$ )로 번역된 결과를 보여준다. 다음의 3가지 경우가 다루어진다. 즉, (1) CS 부계층이 사용되지 않는 경우, 즉 SAR 부계층만 있는 경우, (2) SAR을 포함하여 CS 부계층에서 FEC/Interleaving을 사용하는 경우, (3) CS 부계층에서 블럭 역블럭인 경우이다. 경우(3)에서, SAR 부계층에서의 분할 재조립은 일어나지 않는다.

1. 분할·재조립

이 경우는 FEC/Interleaving을 사용하지 않는 비디오의 예이다. 수치적 예를 보기 위한 기본데이터는 다음과 같다.

- 프레임 크기 =  $2.3312 \cdot 10^3$  혹은  $2.3312 \cdot 10^4$  bytes/frame
- SAR-SDU 크기 = 47 bytes
- $M_{SAR} = 50$  혹은 500,  $\alpha = 376$

그림 1은 FER과 CLR 간의 수치적 예를 보여준다.

1.3과 1.4절에서  $D'_{max}$ ,  $J'_{max}$ 은 각각  $d_{max}(payout)$ ,

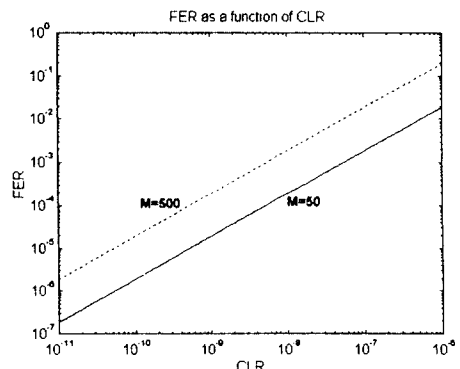


그림 1. FER과 CLR의 관계(분할 재조립)

Fig. 1 FER versus CLR(SAR)

$j_{max}(playout)$  만큼 영향을 받는다. 이는 playout 버퍼 크기와 수신되는 트래픽의 지연변이에 의존적이다. 이 트래픽 관련 문제는 추후연구 사항이다.

2. 분할·재조립 + FEC/Interleaving

이 경우는 FEC/Interleaving을 사용하는 비디오의 예이다. 수치적 예를 보기 위한 기본데이터는 다음과 같다.

- 프레임 발생율 = 30 frames/sec
- 프레임 크기 =  $2.3312 \cdot 10^4$  bytes/frame
- CS-SDU 크기 (FEC 이전 블록 크기) = 124 SAR-PDUs = 5,828 bytes
- CS-PDU 크기 (FEC 이후 블록 크기) = 128 SAR-PDUs = 6,016 bytes
- $M_{FEC} = 4$  blocks/frame,  $\alpha = 376, \beta = 1$
- $N = 128$  cells,  $K = 124$  cells,  $S = 4$

그림 2는 FER과 CLR 간의 수치적 예를 보여준다. 2.3과 2.4절에서  $D'_{max}, J'_{max}$ 은 각각  $d_{max}(inter), j_{min}(inter)$  만큼 영향을 받는다.  $d_{max}(inter) = j_{min}(inter)$  이며, 값은 FEC/Interleaving 한 블록 만큼의 지연값이다.

- $d_{max}(inter): 1/120 \text{ sec} = 8.3 \text{ msec}$

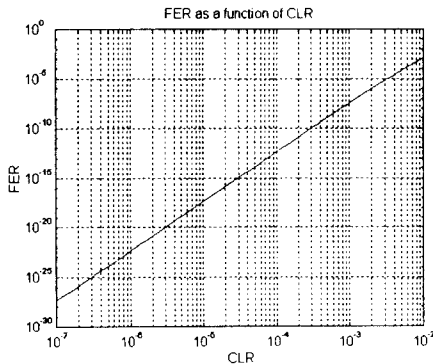


그림 2. FER과 CLR의 관계(분할·재조립 + FEC/Interleaving)  
Fig. 2 FER versus CLR(SAR with FEC/Interleaving)

3. 블록·역블럭

이 경우는 음성의 예이다. 수치적 예를 보기 위한 기본데이터는 다음과 같다.

- AAL-SDU 크기 = 1 bytes

- SAR-SDU 크기 = 47 bytes

- $M_B = 47, \varphi = 1, \alpha = 376$

그림 3은 E와 CLR 간의 수치적 예를 보여준다. 3.3과 3.4절에서  $D'_{max}, J'_{max}$ 은  $I_B \cdot (M_B - 1)$  만큼 영향을 받는다. 또한 playout 버퍼 크기와 수신되는 트래픽의 지연변이에 의존적이다.

- $I_B \cdot (M_B - 1): 128 \mu\text{sec} \cdot 46 \cong 6 \text{ msec}$

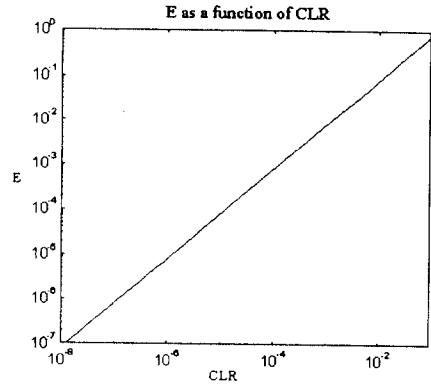


그림 3. E와 CLR의 관계(블럭·역블럭)  
Fig. 3 E versus CLR(blocking/deblocking)

V. 결 론

지금까지 항등비트를 실시간 보장형 서비스에서의 수송레벨 QoS와 망레벨 QoS간의 성능 관련 QoS 파라미터 번역을 해석적인 방법으로 수행하였다. 이는 AAL1 프로토콜의 영향을 분석하여 이루어졌다. IV절의 수치적인 예를 통하여 3가지 AAL 기능에 따라서 같은 수송레벨 QoS가 큰 차이를 갖는 다른 ATM 망레벨 QoS로 번역됨을 알 수 있었다. 이러한 QoS 차이는 사용자와 ATM 망제공자 간의 계약에서 고려되어야 한다.

이러한 분석으로 응용 QoS를 만족시키고, 또한 망제공자에게 정확한 망 QoS를 요구함으로써 망을 적절히 설계 및 활용할 수 있다. 또한 역으로 역 QoS 번역(inverse QoS translation)으로 망에서 제공된 망 QoS로부터 응용 QoS가 추정될 수도 있으리라 기대된다.

앞으로 이 해석적인 방법을 검증하기 위한 시뮬레이션과 실험적인 방법을 수행할 예정이다.

## 참 고 문 헌

1. Andrew Campbell et al., "A Review of QoS Architectures," Proceeding of IFIP Workshop IWQoS, March 1996, pp. 173-195.
2. Klara Nahrstedt, Jonathan M. Smith, "Design, Implementation, and Experiences of the OMEGA End-Point Architecture," IEEE JSAC, September 1996, pp. 1263-1279.
3. J. I. Jung, "Quality of Service in Telecommunications, PART I: Proposition of QoS Framework and its application to B-ISDN," IEEE Communications Magazine, August 1996, pp. 108-111.
4. Geoff Coulson et al., "The Design of a QoS Controlled ATM Based Communications Systems in Chorus," Special Issues on ATM LANs, IEEE JSAC, May 1995.
5. J. I. Jung, "Translation of user's QoS requirements into ATM performance parameters in B-ISDN," Computer Networks and ISDN Systems, 28, 1996, pp. 1753-1767.
6. Klara Nahrstedt, Jonathan M. Smith, "The QoS Broker," IEEE Multimedia, Spring 1995, pp. 53-67.
7. ITU-T Recommendation I.356, "B-ISDN ATM Layer Cell Transfer Performance," July 1995.
8. Carsten Vogt, "Quality-of-Service management for multimedia streams with fixed arrival periods and variable frame sizes," ACM Multimedia Systems, 1995, pp. 66-75.
9. ITU-T Recommendation I.363, "B-ISDN ATM Adaptation Layer(AAL) Specification," March 1993.



정 재 일(Jae-il Jung) 정회원  
1959년 1월 14일생  
1981년 2월: 한양대학교 공학사  
(전자공학과)  
1984년 2월: 한국과학기술원 공  
학석사(전기 및 전자  
공학과)  
1993년 6월: ENST Paris(프랑스  
국립전기통신대학교) 공학박사(네트워크공학과)  
1984년 3월~1997년 2월: 한국통신 통신망연구소  
1993년 1월~1993년 6월: CNET Lannion(프랑스국립전  
기통신연구소) 연구원  
1997년 3월~현재: 한양대학교 전자전기공학부 조교수  
※주관심분야: ATM Network, Quality of Service/  
Network Performance