

## 통신망에서 MPEG 영상 전송을 위한 QoS 측정 및 평가에 관한 연구

서재철\* · 임영환\*\*

\*한국인터넷정보센터 · \*\*송실대학교 컴퓨터공학과

### 요 약

인터넷을 중심으로 최근의 네트워크의 발전은 데이터 전송량의 범위를 멀티미디어 정보까지 확대시킴에 따라 멀티미디어 서비스를 보장하기 위해서 기존 인터넷의 Best Effort service에서 제공하지 못하는 end-to-end QoS(Quality of Service)의 제공이 필수적이다. 이를 위해 일정한 수준의 대역폭, 전송지연, 지연변이, 데이터 손실률 등의 network parameter 뿐만 아니라 시스템 내에서도 일정 수준의 CPU time 이나 메모리를 보장해 주어야 한다. 이에 따라 한정된 자원 안에서 멀티미디어 데이터를 분산시켜 네트워크 자원을 효율적으로 관리하기 위해 네트워크 자원 상황에 따라 적절하게 서비스 레벨을 조절하는 QoS 기반 통신 미들웨어의 개발이 시급하다. 또한 네트워크 시스템 및 application 개발자의 입장에서는 이를 구현하기 위해 실제 사용자가 느끼고 평가하게 되는 QoS의 객관적이고 사실적인 측정이 절실히 요구된다. 이를 위해 ATM 망상에서 보다 편리한 QoS 측정장치를 개발하고 또한 이러한 측정기술을 바탕으로 데이터를 추출하여 향상된 QoS를 제공하기 위한 개선된 미들웨어의 실질적인 메커니즘 개발과 검증에 적용한다.

## A Study on QoS Measurement & Evaluation for MPEG Transmission in Network

Jae-Chul Suh\* · Young-Whan Im\*\*

### ABSTRACT

Lately development of network around Internet expands range of data traffic to multimedia information, and so for the guarantee of multimedia services end-to-end QoS(Quality of Service) must service because comparing with existing Internet service can not support. For satisfying those QoS requirements, network have to guarantee not only network QoS parameter, such as delay, jitter, throughput, but also system resources like CPU utilization, memory usage. Therefore it is urgent to develop QoS based middleware to distribute multimedia data and maximize network utilization in the limited resource environment. And it must be necessary of network to provide end-to-end QoS(Quality of Service) for multimedia applications. Multimedia applications want that QoS which satisfy their own service properties be guaranteed. Then, We must analyze those necessary QoS requirements and define QoS parameter which specify as two viewpoint, user's and network's perspective. Therefore network provider supplying network for usual user and university, enterprise must want to find about their own network performance and problem. It is essential for network manager to want to use a tool like this. On the basis of technique about QoS test-bed in the ATM network, We studied on the method of QoS measurement and management about end-to-end connection in the Internet. We measured network status about end-to-end connection and analyze the result of performance.

## 1. 서 론

1990년대 초부터 본격적으로 개발, 보급되기 시작한 ATM 망은 지난 수년에 거쳐 멀티미디어를 수용하기 한 표준으로서 많은 발전을 거듭해왔다. 이렇게 ATM망이 각광받게 된 주요한 이유들 중에 하나로 QoS 보장을 들 수 있다. QoS (Quality of Service)란 최선형 서비스(Best Effort) 일변도인 IP 기반 망과는 차별되는 ATM 기능 중에 하나으로써 망이 상위 응용의 서비스 품질 요구를 수용하여 각기 차별화 된 서비스를 제공할 수 있도록 하는 개념이다. 근래에 들어 IP 기반 망에서 QoS를 제공하려는 연구가 진행 중에 있지만, 이는 진정한 의미에서 종단간(end-to-end)의 QoS를 보장하기에는 많은 한계성을 보여주고 있다. 그에 반해 현재 많은 다양한 응용들이 보다 큰 대역폭과 더불어 데이터의 종단간 전송 지연, 손실, 지연변이(jitter)에 이르는 여러 QoS 파라미터들에 걸쳐 매우 까다로운 서비스 품질을 요구하고 있지만, ATM이 이를 적절히 수용할 수 있으리라 기대되고 있다.

최근까지 규모가 비교적 큰 기업에서는 여러 가지 관리 툴들을 사용하여 그들의 네트워크를 모니터링하고 고장 진단을 해왔다. 대표적인 툴로서는 HP사의 OPenView, IBM사의 NetView, Sun사의 Manager, NetIQ사의 Pegasus등을 들 수 있다. 그러나 이러한 기존의 툴들은 가격이 고가일 뿐만 아니라 사용 방법이 복잡하고 국외 제품들이다. 따라서, 국내에서도 네트워크 관리 시스템 개발이 시급한 상태이고 현재 네트워크 시장에서 중요한 위치를 차지하고 있다. 따라서, 본 연구에서는 ATM망에서 QoS 측정 소프트웨어 개발한 기술력을 바탕으로 IP 망에서 종단간 연결에 대한 QoS 측정 방안과 관리를 위한 효율적인 구조를

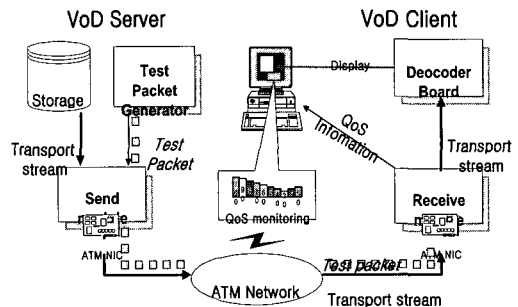
제시하고 QoS 측정 소프트웨어를 구현한다. 또한, 실제 사용자가 느끼는 종단간 연결에 대한 QoS 및 성능 측정치를 평가하며 기존 망 관리 시스템과의 연동 방안을 제시한다.

또한 인터넷 상에서 멀티미디어 데이터를 전송할 때 서버와 클라이언트의 네트워크 및 시스템 상황을 고려하여 전송률을 조정하는 미들웨어의 개념과 실제 적용 방안을 제시한다.

## II . ATM망에서의 QoS측정

### 2.1 ATM VoD QoS 테스트베드의 전체 구성

ATM VoD QoS 테스트베드의 전체 구성은 [그림 2-1]과 같다. ATM 망에서 VoD 서비스 시스템을 구현하기 위해 VoD 서버는 전송할 MPEG2 video stream이 저장될 충분한 저장매체와 QoS측정을 위한 테스트패킷 발생 모듈, 그리고 이렇게 생성된 MPEG2 TS(Transport Stream) 패키지 스트림과 테스트 패키지 스트림을 전송할 전송 모듈로 구성되며, VoD client는 테스트 패키지과 MPEG2 TS 패키지를 수신하고 분리해내는 수신 모듈, QoS 분석 모듈, MPEG2 TS 패키지를 복호화하고 디스플레이 하는 디스플레이 모듈로 이루어진다.



(그림 2-2) 테스트베드 구성도

시스템 장비는 FORE ATM PC adapter LE25를 NIC(Network Interface Card)로 사용하였고, 디코더는 netstream2, 송수신 PC 2대는 각각 Pentium 350, 400MHz이고 WindowsNT4.0 기반이다. 각각 ATM 망을 사이에 두고 PVC(Permanent Virtual Connection)로 연결이 설정되어져 있다.

## 2.2 측정 QoS 파라미터

MPEG2 영상 스트림 전송의 경우에 중요한 QoS 파라미터로는 전송 속도, 지연, 지연변이, 손실률 등을 들 수 있다. 이 중에서 ATM VoD 서비스의 표준 방식은 AAL5를 이용한 CBR 전송을 택하고 있기 때문에 전송 속도는 고정된 값으로 주어지게 된다. 지연(delay)은 여러 가지 원인으로 인해 발생되는데, 서비스 제공자와 사용자 사이에 상호작용이 있는 경우에는 매우 중요한 파라미터가 되지만, VoD와 같은 단방향 스트림 서비스의 경우, 오히려 지연변이(jitter)가 더 중요한 파라미터가 된다. 지연변이의 중요성은 수신측 처리 능력의 한계로부터 기인된다. MPEG2와 같은 고화질 영상의 전송은 매우 고속 전송을 요구하고 데이터의 양이 많아 수신측 처리 능력(수신 버퍼 크기, 복호화 속도 등)에 알맞게 조절되어 이루어져야만 한다. 그렇지 못할 경우, 전송 패킷이 폐기되는 등 직접적인 영상 품질에 영향을 주게 된다. 이렇게 상호 조절된 처리를 어렵게 만드는 것이 바로 지연변이이다. 한 가지 더, 영상 품질을 저해하는 요인으로는 손실률(loss rate)을 들 수 있다. 망 내의 상황에 따라 전송 도중 패킷이 손실될 수 있고, 또는 수신측 버퍼의 오버플로우로 패킷이 손실될 수도 있다. 영상 패킷의 손실은 곧, 영상 품질 저하의 직접적인 원인이 된

다. 따라서 본 QoS 측정기는 지연변이와 손실률의 측정에 중점을 둔다.

## 2.3 QoS 측정 원리

지연변이와 손실률을 측정하기 위해 테스트 패킷 삽입을 통한 방법을 이용하였다. 테스트 패킷 삽입에 따른 오버헤드를 최소화시키면서 지연변이와 손실률을 측정하기 하기 위해 요구되는 테스트 패킷의 구성 요소들은 아래와 같다.

- sequence number
- time data

여기서 지연변이는 time data를 통해 얻어지며, 손실률은 sequence number를 통해 얻어진다. 테스트 패킷이 삽입되는 주기를 N이라고 하자. 즉, N번 전송 시마다 테스트 패킷이 삽입될 경우로써, 이 때 손실률은 연이은 테스트 패킷 사이의 실제 전송 받은 영상 데이터 수를 N으로 나눈 값에 해당된다. 만약 하나의 테스트 패킷이 손실될 경우 그 다음 테스트 패킷까지의 정보를 이용하여 계산하면 된다. 손실률에 테스트 패킷의 손실 정보는 포함시키지 않는다.

지연변이의 계산은 ATM망에서 지연변이를 측정하기 위해 권고한 방법 두 가지 중에서 2-point 지연변이 계산법을 이용한다. 다른 한 가지 방법인 1-point 지연변이 계산법은 수신측에서 송신측 전송 주기값을 고정값으로 미리 계산하여 수신 예정 시각을 정해 놓고 실제 전송 받은 시각들과 차이값으로 계산하는 방법이다. 이러한 방법은 실제 응용에 있어 전송측의 비정상 작동 상황을 포함하지 않는다. 반면에 2-point 지연변이 계산법은 송신단의 실제 전송 시각과 수신측의 실제 수신 시각을 모두 고려하여 계산되어 보다 실제 상황 지연변이치에 가깝다. 즉, 우리는 지연변이의

측정이 송수신단 간 시간 동기화를 필요로 하지 않음을 알 수 있다.

### III. MPEG2 QoS 측정 및 평가

#### 3.1 테스트 패킷을 이용한 QoS 측정

본 VoD 테스트베드 개발에 있어서 가장 중요하게 고려한 것이 손실(loss)과 전송 지연변이(jitter)값이다. 손실은 테스트 패킷의 삽입 주기  $20n$ 값으로 정확히 유추하여 몇 개의 패킷이 손실되었는지를 알 수 있다. 전송 지연변이는 트래픽 내에 실제 삽입을 통해 전송 단위인 2개의 TS패킷들 사이의 상대적 지연변이 값으로 구해진다. 상대적으로 구해낸다고 함은 timestamp를 매 전송 시마다 찍을 수 없기 때문인데, 그 이유는 일반 PC 환경 하에서 2개의 TS씩 날개로 전송할 정도의 고속 전송 처리에 한계가 있기 때문이다. 여기서  $n$ 이란 timestamp를 찍는 주기이며,  $n$ 이 3일 경우에 2개의 TS를 전송할 때마다 3번씩 시간을 측정해 기록해 두는 것을 의미한다.  $20n$ 개의 TS 패킷의 전송은 테스트 패킷을 포함하여 188bytes 크기의 패킷이 모두 20개 보내졌음을 말하며 총 10회 송신 함수가 호출되었음을 이야기한다. 만약  $n$ 값이 1이라면 우리는 실제 시간 정보를 매번 전송 시마다 추출했음을 뜻하고  $n=2$ 이면 테스트 패킷 사이에 TS가 모두 4개가 되고 전송은 모두 2회이다. 이러한 사실로부터 TS 패킷이 무손실로 전송되었다고 일차적으로 가정할 때,  $i$ 번째 테스트 패킷의  $j$  ( $1 \leq j \leq 10$ )번째 시간정보를 통해 추출되는 전송 지연변이는 다음의 식(3.1)과 같다.

Case 1 : No TS packet loss

$$Jitter_{2TS} = \frac{RecvInterval(i, j) - SendInterval(i, j)}{n}$$

$$n = 1, 2, 3, \dots \quad \text{식(3.1)}$$

그러나 간과할 수 없는 문제는 만약 TS 패킷이 하나라도 손실되어진다면, 수신측에서 테스트 패킷 사이에 지연변이를 추출하기 위해서 저장하고 있는 10개의 수신 간격 정보가 쓸모 없어진다. 이는 몇 번째 구간에서 TS가 손실되었는지 알 수가 없기 때문이며, 이로써 지연변이는 테스트 패킷간 지연변이 정보로 환산 계산되어질 수밖에 없어진다. 결국 TS 손실 발생 시는  $i$ 번째 테스트 패킷의 지연변이 정보만으로 구해지며 식(3.2)과 같다.

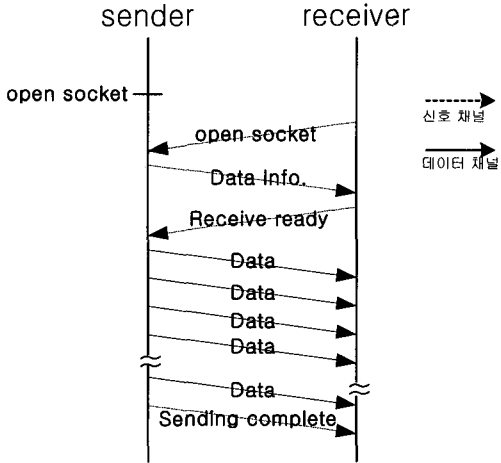
Case 2 : TS packet loss occurred.

$$Jitter_{2TS} = \frac{RecvInterval(i) - SendInterval(i)}{10n}$$

$$n = 1, 2, 3, \dots \quad \text{식(3.2)}$$

#### 3.2 송수신측 동작절차 및 모듈

본 측정기는 송신측에서 MPEG2 TS를 보내면서 테스트 패킷을 삽입하고, 수신측에서는 하나의 virtual channel로 들어온 패킷 중에서 영상 데이터와 테스트 패킷을 구분해서 영상 데이터는 디코더로 넘겨주고 테스트 패킷은 테스트 패킷을 분석하는 모듈로 넘겨서 분석을 하게 된다.



(그림 3-1) 전반적인 동작 절차

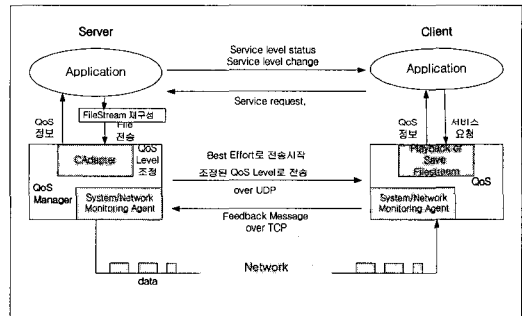
[그림 3-1]과 같이 먼저 송신측은 서버이므로 항상 소켓을 열고 기다리고, 수신측에서 소켓을 생성하여 접속하여 송신측에 신호를 위한 전용 채널을 사용하여 서비스 요청을 한다. 그러면 송신측은 보내고자 하는 데이터의 정보를 수신측에 보내고 이 정보는 수신측이 디코더의 버퍼나 다른 파라미터들을 초기화하기 위해 사용된다. 수신측에서 초기화가 다 끝나면 데이터를 받을 준비가 되었다고 송신측에 알리고, 송신측은 여기에 대한 응답으로 실제 데이터와 테스트 패킷을 보낸다. 모든 전송이 끝나면 송신측은 다시 전송이 끝났다는 메시지를 신호 채널을 통해 보내고 이로서 전체 동작이 끝난다.

### Ⅳ. 통신 미들웨어 구현

#### 4.1 코스웨어

실제 개발에서는 네트워크상황과 시스템상황을

고려한 멀티미디어데이터 전송률조정에 초점을 맞추고 있다. 몇 개의 QoS Level을 정의하고 수신측의 수신상황을 고려하여 멀티미디어데이터 전송을 조정하는 방식이다. 다양한 멀티미디어데이터 전송에 적합하도록 하기 위해 파일을 재구성하고 재구성된 파일은 미들웨어에 적합한 형태가 되어서 어떠한 데이터라도 미들웨어의 특성을 살려 전송할 수 있다. 이것이 미들웨어와 상위 응용 Level간의 인터페이스가 되는 부분이다. 개발된 미들웨어의 전체적인 구조를 보면 다음과 같다.



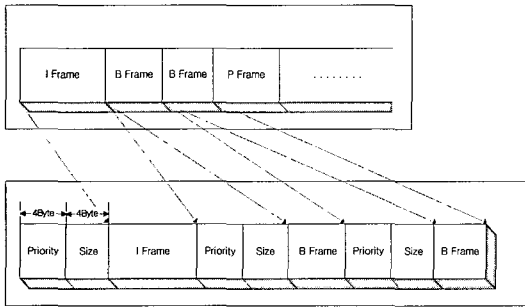
(그림 4-4) 개발에서의 미들웨어 기능별 분류

#### (1) 파일 스트림의 재구성 모듈

##### (가) 전송을 위한 멀티미디어 파일 재구성

미들웨어는 다양한 멀티미디어 응용에 대하여 전송을 보장할 수 있게 디자인되었다. 일반적으로 멀티미디어 파일은 영상 혹은 영상/음성의 경우 그 데이터 정도에 따라 우선 순위를 가진다. 예를 들어 일반적인 MPEG 파일의 경우, I,P,B 프레임(Frame)으로 나누어져서 프레임에 따라 정보를 포함하고 있는 정도가 다르며, 그에 따라 프레임의 중요성도 다르게 된다. 즉 I는 프레임간의 디코딩을 위해서 반드시 있어야하는 프레임이고 P,B는 상대적으로 그 중요도가 낮다. 그래서 미들웨어에서는 I프레임과 영상을 디코딩하기에 반

드시 필요한 정보에 대한 우선순위(priority)를 높게 주고 상대적으로 P,B프레임은 상대적으로 낮은 우선순위를 부여함으로써 전송률을 조정하게 되는 것이다. 그렇게 우선 순위를 할당받은 프레임은 고정된 크기의 패킷으로 잘려 네트워크를 통해 나가게 되는데 이때 패킷을 재구성하기 위해 각 프레임별 크기와 우선순위를 부여하여 파일을 미들웨어에 적합한 스트림 형태로 다시 쓰게 된다. 이 부분은 미들웨어와 다른 멀티미디어 응용간의 인터페이스가 이루어지는 부분으로 어떠한 멀티미디어 응용도 적합한 파일 스트림 형태로 써 주면 미들웨어를 통한 전송을 보장할 수 있다. 다음 [그림 4-2]는 미들웨어에서 필요한 파일 스트림 형태로 재구성하는 방안을 보여주고 있다.



(그림 4-5) 미들웨어에 적합한 파일스트림의 구성

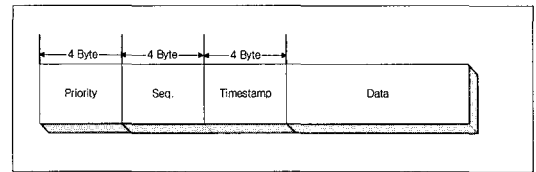
(2) 시스템/네트워크 모니터링 에이전트(System /Network Monitoring Agent)

일반적으로 멀티미디어 전송에서 고려해야 할 사항은 지연, 지연변이, 손실, 전송률등을 들 수 있다. 본 에이전트는 네트워크상에서 UDP를 통해 데이터를 전송할 때의 지연, 지연변이, 손실, 전송률을 계산하는 메커니즘을 제공한다. 또한 그 제공된 정보를 QoS 레벨조정을 위해 그 조정을 담당하는 어플리케이션에이전트인 CAdapter에

관련된 QoS정보를 넘겨주게 된다. 그러면 CAdapter는 그 네트워크상황에 맞춰 전송률을 조정하게 되는 것이다.

(가) 개선된 패킷 구조

미들웨어는 전송상에서 UDP를 통하여 패킷을 전송하기 때문에 지연, 지연변이, 손실, 전송률을 측정하기 위해서 적절한 형태로 패킷을 구성해야 하며, 패킷마다 우선순위를 가지고 전송률을 조정하기 때문에 이 사항도 고려해야 할 부분이다. 이러한 결과로 앞서 제시한 패킷의 구조를 개선하여 다음과 같이 구성한다.



(그림 4-6) 개선된 패킷 구조

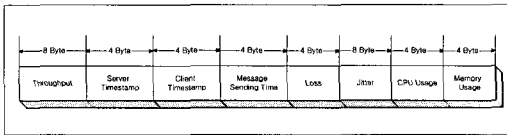
우선순위는 재구성된 파일스트림으로부터 고정된 크기의 패킷으로 자를 때 얻어오는 정보이며 Seq는 시퀀스 넘버(Sequence Number)로 손실을 측정하기 위함이며 Timestamp는 지연, 지연변이, 전송률/수신율을 측정하기 패킷헤더이다.

손실은 연속된 시퀀스 넘버를 가지지 않는 패킷이 도착하지 않을 경우 구할 수 있고 전송률/수신율은 전송 혹은 수신된 바이트수를 시간으로 나눔으로써 간단하게 구할 수 있다. 이후에 지연, 지연변이 구하는 법에 대해 자세히 언급하고자 한다.

(나) 피드백메시지(Feedback Message)

서버에서 전송된 패킷은 클라이언트에 도착하여

헤더정보를 가지고 피드백메시지를 1구성하게 된다. 피드백메시지는 일정주기마다 서버로 전송되어 네트워크모니터링정보 및 클라이언트시스템 상황을 서버에 보여주고 실질적인 송신율 조정에 사용된다. [그림 4-4]는 피드백메시지의 형태를 보여주고 있다.



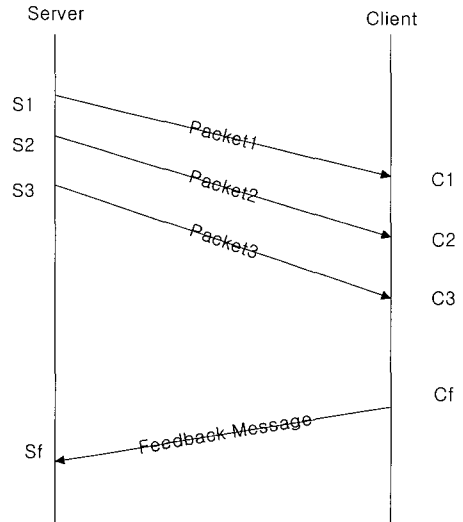
(그림 4-7) 피드백메시지의 형태

Throughput은 클라이언트의 수신율에 대한 정보를 가지고 있으며 Server Timestamp는 수신된 패킷의 평균 Timestamp값을 가지며 Client Timestamp는 패킷수신시 클라이언트의 평균 Timestamp값이다. 이 평균값들은 서버에서 지연을 구할 때 사용되는 정보이다. Message Sending Time은 피드백메시지를 보낼 때의 시간이며 Loss는 누적된 손실과 Jitter는 패킷의 Timestamp로 계산된 지연변이 값이다. CPU Usage와 Memory Usage는 메시지 발생시간에서의 클라이언트 CPU 및 Memory 사용율을 나타낸다.

중요한 것은 피드백메시지는 멀티미디어데이터와는 달리 반드시 전송이 되어야하는 것이기 때문에 TCP로 메시지를 전달한다.

(다) 지연

지연은 네트워크상에서 전송되는데 걸리는 시간이며 본 연구에서는 RTT를 사용하여 지연을 계산한다.



(그림 4-8) 지연 및 지연변이 측정

일반적으로 네트워크에서 시간을 동기화하는 프로토콜인 NTP는 수 ms의 오차를 가지고 동기화되기 때문에 지연변이 측정에서 많은 오차를 발생시킬 수 있음을 고려해야한다. 그래서 본 연구에서는 일반적으로 많이 사용하는 RTT를 이용하여 지연을 측정한다.

피드백메시지는 매 n개의 패킷이 도착할 때마다 발생되어 서버에 전송된다. 매번 패킷이 도착할 때마다 피드백메시지를 전송하는 것은 많은 오버헤드를 필요로 하고 피드백메시지에 매 패킷의 서버 Timestamp와 클라이언트 Timestamp를 전송하는 것 또한 큰 필요성이 없다. 왜냐하면 단 한번의 네트워크상황을 고려하여 송신율을 조정하는 것은 그만큼 효율성이 없기 때문이다. 그래서 n개의 패킷이 도착할 때마다 서버 Timestamp와 클라이언트 Timestamp의 평균을 구하고 피드백메시지를 보낼 때의 클라이언트 시간을 보내면 n개 패킷에 대한 평균지연을 구할 수 있다.

(라) 지연변이

일반적으로 멀티미디어데이터를 전송하는데 지연변이가 더 중요한 파라미터가 된다. 지연변이는 RTP의 지연변이 계산법을 사용하여 계산한다.

$$D(i, j) = (C_j - C_i) - (S_j - S_i) = (R_j - S_j) - (R_i - S_i)$$

$$\text{지연변이} = \text{지연변이} + \frac{(|D(i-1, j)| - \text{지연변이})}{16}$$

여기서 지연변이는 지연변이의 누적된 값이며 16으로 나누는 것은 전송 상에서 노이즈를 감소하기 위함이다.

(마) 시스템 리소스 모니터링

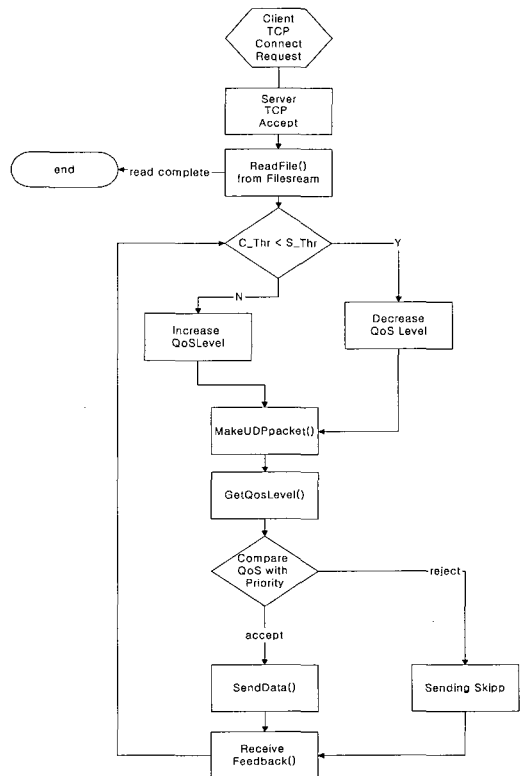
시스템 리소스 모니터링은 사용자가 사용하고 있는 시스템의 각종 리소스의 정보를 얻는 일련의 작업이다. 주로 관심을 갖게 되는 리소스는 CPU와 메모리이다.

CPU와 메모리의 상황을 파악하는 것은 멀티미디어 서비스를 위해서 매우 중요한 문제이다. 그 데이터들은 해당 작업을 수행할 것인지 작업을 취소해야 하는 것인지를 결정하기 위한 중요한 요소이다. 일반적으로, 실시간 전송을 필요하지 않는 경우에는 TCP를 통해서 해당 데이터를 받을 수 있을 때 재전송을 요구하면 되지만, 실시간 전송이 필요한 경우에는 데이터가 폐기되므로 수신된 데이터는 원본 데이터와는 상당한 차이를 보이게 된다. 이 때, 손실된 데이터가 중요한 역할을 하는 패킷인 경우(예: MPEG-1에서의 I픽처)에는 상대적으로 큰 왜곡을 보이게 되며, 중요하지 않은 역할을 하는 패킷의 경우(예: MPEG-1에서의 B픽처)에는 상대적으로 적은 왜곡을 보인다.

(3) QoS 조정을 위한 CAdapter 모듈

시스템/네트워크모니터링을 통해 얻은 정보는 CAdapter 모듈로 넘어가서 실제 송신율을 조정하게 된다. 전송률 조정은 크게 두가지 방식으로 진행이 되는데, 하나는 서버 전송률과 클라이언트 수신율을 비교하여 서버측 전송률을 조정하는 방안이고, 나머지는 수신측에서 손실이 발생할 경우 전송률을 조정하는 방안이다.

미들웨어에서는 고정된 크기의 패킷으로 나누어서 보내게 되는데, 이에 맞춰 몇 개의 QoS Level을 정의하고 클라이언트의 수신율과 서버의 전송률을 비교하여 QoS Level을 변경하고 변경된 QoS Level을 가지고 전송을 조정하게 된다. 그 알고리즘은 아래와 같다.



(그림 4-9) 전송률/수신율 비교를 통한 전송률 조정방안



## V. 결 론

ATM 망에서 응용서비스를 제공하기 위하여, 사용자로부터 요구되는 서비스 품질(QoS : Quality of Service)을 보장하고 관리하는 것이 서비스 제공의 핵심 사항이라 볼 수 있다. 최근 주문형 비디오(VoD : Video on Demand) 서비스와 같은 망을 통한 영상 전송이 시도되고 있으며, 차세대 영상 압축 방식인 MPEG2 방식을 이용한 서비스가 개발되고 있다. 이때 종단간의 QoS를 보장해주기 위한 ATM 망 계층과 MPEG2 계층간의 QoS 파라미터 번역 및 그 서비스 성능 목표치를 구해야 한다. 본 논문에서는 MPEG2를 이용한 영상 전송 시 망 계층에서의 셀 손실과 그로 인한 MPEG2 전송 스트림에 대한 영향을 시뮬레이션을 통해 알아보았고, 이러한 MPEG2 스트림의 손실이 사용자가 시각적으로 인식하는 화질에 끼치는 영향을 살펴보았다. 또한 이러한 사용자 관점에서의 화질 보장을 위한 망 성능 목표치를 구해보았다. 본 논문에서는 파괴되는 매크로블럭의 수를 바탕으로 화질 저하량을 추출하여 셀손실과 화질과의 수치적인 관계를 알아보고 사용자 요구에 맞는 망 성능 목표치를 추출했다. 사용자가 느끼기에 화질 저하가 발생하지 않는 수준, 즉, MOS 등급 5와 DIQ 0.0014% 이하의 서비스를 제공하기 위해서는 셀손실율이 약  $2 \times 10^{-6}$ 이하를 만족해야 했다. 또한 비교적 좋은 품질의 서비스를 제공하기 위해서는  $3.13 \times 10^{-5}$ 의 CLR을 유지해야 했다.

실제 VoD 서비스에서 MPEG2 데이터의 전송 속도와 GOP 구성형태에 따라 실제 사용자가 느끼는 화질과 DIQ간에 차이가 있다. 그러나 이러한 시험 과정을 통해 평균적인 관계를 찾을 수 있

고, 이를 이용하여 서비스 품질 측정의 척도로 사용할 수 있다. 본 논문에서는 수치적인 화질 저하량을 통계적인 방법이 아닌 실제 데이터 분석을 통해 구했다. 이 실험에서 파괴되는 매크로블럭의 수가 손실되는 매크로블럭의 픽처 형태에 따라 크게 의존함을 알 수 있었다. 이와 관련하여, I 픽처와 P 픽처를 B 픽처에 비해 높은 우선순위를 주는 방법을 통해 고화질을 보장하는 연구가 많이 되었다. 그리고, 하나의 셀손실로 2개의 TS 패킷이 손실되는 구조보다 수신측 AAL5에서 손실분을 보상함으로써 화질 저하량을 줄이는 연구도 많이 진행되어 왔다.

통신 미들웨어는 인터넷을 통한 종단간의 멀티미디어 데이터 전송에서 QoS를 보장하는 데 초점을 맞추어 개발되었다. 본래 인터넷은 Best-Effort라는 개념으로 서비스를 하고 있기 때문에 중간 경유지에서 QoS를 보장하지 않으면 완벽한 QoS를 보장하지 못할 것이다. 그러나 중간 노드에서 QoS를 보장하기 위해서는 또한 그만큼의 많은 오버헤드가 붙게되는 단점이 있다. 그래서 UDP를 통하여 전송되는 패킷이 순서를 바꾸지 않고 도달한다면 비슷한 경로, 혹은 네트워크를 경유한다고 가정하고 중간의 네트워크 상황이 아닌 종단간의 네트워크 상황과 시스템 상황만을 고려하여 전송하는 방식을 제안하였다. 또한 그 전송방식에 적용하기 위한 방안으로 전송률조절과 패킷사이즈 조정의 방식을 제안하였다.

그 제안한 방식은 현재의 인터넷 상황에서는 완전히 적절치 못한다 할지라도 LAN 혹은 CAMPUS 네트워크 정도에서는 멀티미디어 데이터전송을 위한 적절한 방법이 될 수 있다. 이의 장점으로는 기존 응용의 큰 변화를 필요로 하지 않고 여러 종류의 응용에 접목시켜 시스템에 과중한 오버헤드를 부과하지 않으면서, 네트워크나 시스템 자원에

따라 응용의 서비스 레벨을 조절할 수 있는 기술을 제공하기 때문에 보다 효율적으로 자원을 사용할 수 있다. 또한 단말 시스템의 사양이 고급화되고 빠르게 발전하고 있는 상황에서 현재 시스템이 안고 있는 문제점들(시스템 자원의 부족 또는 시스템 내부 지연 등)은 조만간 사라질 것이다.

### 참 고 문 헌

- [1] ITU-T Recommendation I.350 "General aspects of Quality of Service and network performance in Digital Networks, including ISDNs",1993.
- [2] P. Ferguson and G. Huston, Quality of Service-Delivering QoS on the Internet and in Corporate Networks, Wiley computer Publishing, 1998.
- [3] B. Braden, S. Shenker, and D. Clark, "Integrated Services in the Internet Architecture: and Overview, " RFC 1633
- [4] G. Gaines and M. Festa, "A Survey of RSVP/QoS Implementations ." update 2, RSVP Working Group,1 July 1998,
- [5] A. Mankin, ed., "Resource ReSerVation Protocol(RSVP) Version 1 Applicability Statement: Some Guidelines on Deployment," RFC 2208,
- [6] S. Blake et al., "An Architecture for Differentiated Services," RFC2475,
- [7] K. Nichols, "Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers," RFC2474
- [8] ISO/IEC 13818-1, Generic coding of moving pictures and associate audio information, Part 1:systems, Part 2:Video, Part 3:Audio, May 1995.
- [9] 일본 멀티미디어 연구회, 정제창 譯, "최신 MPEG" , 교보문고, 1995
- [10] 홍성원, "VBR MPEG 비디오 트래픽 전송을 위한 UPC 제어 기법" , the 7<sup>th</sup> JCCI, 1997
- [11] ATM Forum, Technical Committee, Audiovisual Multimedia Services: Video on Demand. Specification1.0, Jan. 1996, af-saa-0049.
- [12] Yasser Rasheed, Alberto Leon-Garcia, "AAL1 with FEC for the transport of CBR MPEG2 Video over ATM Networks", *proceedings of the IEEE infocom'96*, volume 2, April, 1996.
- [13] Mengjou Lin, David Singer, Alagu Periyannan, "Supporting constant-bit-rate-encoded MPEG2 transport over local ATM networks", *Multimedia Systems*, pp.87-98, April, 1996.3]
- [14] B-ISDN 관련 CCITT 권고자료집(I), June, 1993.



서재철 (Jae Chul Sir)

1981년 한양대학교 토목공학과(공학사)

1992년 한양대학원 컴퓨터공학과(공학석사)

2001년 숭실대 대학원 컴퓨

터공학과 (공학박사)

2001년 정보통신 기술사 (63회)

1981년 포병장교(ROTC 19기)

1983년 현대산업개발

1985년 공간종합건축사사무소

1988년 화신컴퓨터그래픽 대표

1989년 - 2001년 한국정보문화센터 정보생활부장

2001년 - 현재 한국인터넷정보센터 기획관리실장

관심분야 : 인터넷, 디지털컨텐츠, 멀티미디어시스템, 원격교육 등



임영환(Lim, Younghwan, 林榮煥)

1977년 경북대학교 졸업(박사)

1979년 한국과학원 졸업(석사)

1985년 Northwestern University 졸업 (박사)

경력 : '79.1-'96.2 한국전자통신연구소, 책임연구원

'93.5-'94.5 스탠포드연구소(미국), 연구원

'86.9-'91.12 한국과학기술원, 겸직교수

'96.2-현 숭실대학교 정보과학대학 부교수

관심분야 : 멀티미디어, 에이전트, 초고속정보통신 소프트웨어 등