

## 패킷 손실에 의해 잘못된 토큰 버킷 파라메타를 정정하는 비디오 정보 파일을 가진 비디오 스트리밍 수신기

이현노\*, 김동회\*\*

### 요약

수신되는 비디오 스트리밍 트래픽들은 네트워크 경로상의 여러 가지 문제로 인해 불규칙적인 트래픽 형태를 가질 수 있다. 특히 이러한 수신 비디오 트래픽들이 수신 측의 재생버퍼에 그대로 유입될 경우에는 버퍼의 상태에 따라서 오버플로우 및 언더플로우 현상이 발생할 수 있다. 기존에는 네트워크상에 패킷 오류가 없다고 가정한 상태에서 설정한 토큰버킷 파라메타를 가진 비디오 정보 파일을 이용한 토큰버킷 파라메타 자동설정 기법이 연구되었다. 상기의 기존 연구는 패킷 손실이 발생하는 실제의 네트워크상에서는 패킷 손실에 의해서 잘못된 토큰 버킷 파라메타들이 설정될 수 있다는 문제점을 가지고 있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 패킷 손실이 발생하는 경우에 손실된 패킷에 의해 잘못 설정된 토큰 버킷 파라메타들을 정정하는 비디오 정보 파일을 가지는 새로운 방법을 제안한다. 모의실험을 통하여 제안된 방법이 기존 방법보다 오버플로우 발생횟수와 패킷손실률 측면에서 더 좋은 성능 향상이 있음을 확인하였다.

키워드 : 비디오 스트리밍, 토큰 버킷, 패킷 손실, 오버플로우, 언더플로우

## Video Streaming Receiver with Video Information File to correct Wrong Token Bucket Parameters by Packet Loss

Hyun-No Lee\*, Dong-Hoi Kim\*\*

### Abstract

Video streaming traffics which are arrived in receiver have irregular traffic patterns by many problems over the network path. Particularly, if these received traffics enter into replay buffer without any operation, the overflow and underflow effects are made according to the buffer status. There was an existing scheme which automatically set up token bucket parameters using the video information file under the assumption of the lossless packet on network. The existing scheme has a problem which can set up the wrong token bucket parameters by the lost packets on the practical networks with video packet loss. Therefore, this paper proposes a new scheme which reset up video file information to correct the wrong token bucket parameters in case of packet loss in practical networks with packet loss. Through the simulation, it was found that the proposed scheme would have better performance than the existing scheme in terms of overflow generation and packet loss.

Keywords : Video streaming, Token Bucket, Packet loss, Overflow, Underflow

### 1. 서론

※ Corresponding Author: Dong-Hoi Kim

Received : March 21, 2016

Revised : June 28, 2016

Accepted : June 30, 2016

\* Kangwon National University, Electrical and Electronic Engineering

Tel: +82-33-250-6349, Fax: +82-33-259-5676

email: donghk@kangwon.ac.kr

\*\* Kangwon National University, Electrical and

통신 기술이 발달하면서 통신의 속도가 증가하고 있으며, 이로 인해 사용자들은 단순한 음성이나 문자보다 멀티미디어 서비스를 더 많이 이용하고 있다. 그중에서도 특히 비디오 스트리밍 서비스가 차지하는 비율이 늘어나고 있는 추세

Electronic Engineering(Corresponding Author)

이다. 이러한 비디오 스트리밍 서비스의 품질을 향상시키기 위해서 높은 해상도와 화질을 가지는 영상의 제공도 중요하지만 비디오의 연속성을 보장함으로써 사용자 체감 품질을 높이는 것도 중요하다. 특히 프레임의 손실이나 버퍼링으로 인한 영상의 멈춤 현상은 사용자 체감 품질 저하의 원인이 된다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해서 많은 연구들이 진행되어 왔다. 그 중 하나로 네트워크의 지연경향을 기반으로 네트워크의 혼잡상태를 판단하고 전송률을 조절함으로써 패킷 손실을 감소시키는 연구가 있었으며[1], TCP 친화적인 전송률의 급격한 변화를 완화시키고 클라이언트의 버퍼 상태를 고려하여 전송비디오의 품질조절을 수행하는 SR-SQC(Smooth Rate-Smooth Quality Control)기법을 이용하면 사용자 체감 품질을 향상시킬 수 있다는 결과를 보여주는 연구도 있다[2]. 또한 영상의 계층 부호화 구조를 고려하여 layered FEC와 ARQ를 오류강인 기법으로 선택하여 보다 성능을 향상시킨 오류제어 방법도 연구되었다[3]. 본 저자는 이러한 연구들과 마찬가지로 사용자 체감 품질을 향상시키기 위하여 수신측 재생버퍼로 유입되는 균집적인 패킷을 제어하고 버퍼의 안정성을 향상시키기 위한 기법으로 수신단에 토큰버킷 기법을 결합하여 그 성능을 분석해보고[4], 특히 토큰버킷 기법을 적용할 때 네트워크상에 패킷 오류가 없다고 가정한 상태에서 사용되는 파라메타를 비디오 특성에 알맞게 적응적으로 설정하기 위해 ‘비디오 정보 파일’을 이용한 토큰버킷 파라메타 자동설정 기법을 제안하였다[5]. 하지만 상기 방법은 패킷 오류가 없다고 가정한 상태에서 토큰버킷 파라메타인 단위 시간당 생성되는 토큰( $r$ )값과 토큰이 저장되는 버킷의 최대 용량( $c$ )값을 정할 때 전송되는 비디오의 패킷 사이즈 정보를 전송받고 그 정보를 토대로  $r$ 값과  $c$ 값을 적응적으로 자동 설정하게 된다. 경로상의 여러 문제에 의해 비디오 패킷이 손실이 발생하는 네트워크 환경에서는 이 기법을 그대로 적용할 시 파라메타가 잘못 설정될 수 있다는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 해결하고 토큰버킷 기법의 성능을 향상시키기 위해서 본 논문에서는 패킷 손실 이벤트가 발생 시 ‘비디오 정보 파일’의 재설정 기능을 추가함으로써 정확한 토큰버킷 파라메타를 적용하고 성능이 향상

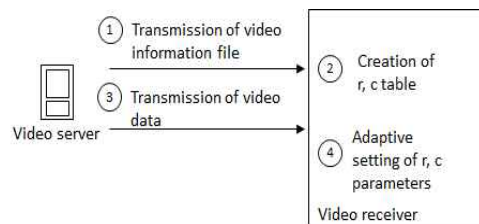
됨을 모의실험을 통하여 보인다. 2장에서는 기존의 토큰버킷 파라메타 자동설정 기법과 패킷 손실을 고려하여 재설정 기능이 포함된 토큰버킷 기법을 소개하고 3장에서는 모의실험 및 결과를 통하여 성능이 향상됨을 보인다. 마지막으로 4장에서는 본 논문의 결론에 대해서 말한다.

## 2. 손실을 고려한 파라메타 자동설정 토큰버킷 기법

### 2.1 기존의 ‘비디오 정보 파일’을 이용한 토큰버킷 파라메타 자동설정 기법

기존의 연구는 네트워크상에 패킷 오류가 없다고 가정한 상태에서 사용되는 토큰버킷 파라메타를 비디오 특성에 알맞게 적응적으로 설정하기 위해 ‘비디오 정보 파일’을 이용한 기존의 토큰버킷 파라메타 자동설정 기법이다[5]. 이 연구에서는 네트워크로부터 불규칙하게 유입되는 패킷을 그대로 수신측 재생버퍼에 넣지 않고 임시버퍼를 만들어 저장한다. 이후 임시버퍼에서 재생버퍼로 패킷을 보낼 때 토큰버킷 기법을 적용하여 패킷 유입 패턴을 성형하게 된다. 이 때 토큰버킷에 의해 임시버퍼에서 재생버퍼로 들어가는 비디오 패킷의 양은 단위 시간당 재생되어 재생버퍼에서 빠져나가는 데이터의 양과 비슷하도록 만들었다. 즉 토큰버킷 기법은 패킷 하나당 한 개의 토큰을 소비하여 네트워크로부터 유입되는 패킷을 제어하는 용도로 사용된다.

(그림 1) 비디오 정보 파일을 이용한 토큰버킷 파라메타 자동설정 과정



(Figure 1) Token Bucket Parameters Automatic Setting Process using video information file

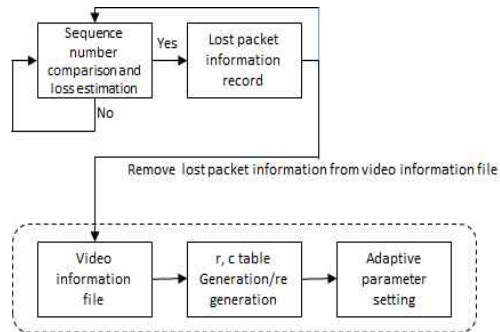
또한 (그림 1)과 같이 토큰버킷 파라메타인 단위 시간당 생성되는 토큰( $r$ )과 토큰이 저장되

는 버킷의 최대 용량(c)을 파라메타로 설정하게 되는데 이는 실제 비디오 데이터를 보내기 전 전송단으로부터 받은 ‘비디오 정보 파일’을 이용한 것이다. ‘비디오 정보 파일’에는 요청한 영상 내 프레임의 크기를 보낼 수 있는 최대 패킷 크기로 나누어 기록한 텍스트 형태의 파일이다. 전송단으로부터 받은 이 파일의 정보를 기반으로 r, c값 테이블을 생성하고 시간에 따라 적응적인 파라메타 값을 적용하게 된다. 이 경우 임시버퍼로부터 재생버퍼로 유입되는 비디오 패킷량은 단위 시간당 재생량과 비슷하거나 작은 값을 가지기 때문에 균집적인 트래픽 유입을 인한 버퍼의 오버플로우 현상을 방지 할 수 있다[5]. 하지만 네트워크상의 문제로 인하여 전송 중 패킷의 손실이 발생하여 수신단에 패킷이 도착하지 못하는 경우에는 잘못된 파라메타 값이 사용되어 문제가 발생할 수 있다. ‘비디오 정보 파일’을 기반으로 작성한 r, c값 테이블은 모든 패킷들이 수신단에 정상적으로 도착한다고 가정한 뒤, 단위 시간당 재생량에 맞는 r값을 설정한 파일이다. 그렇기 때문에 패킷 손실로 인하여 실제 수신단에 도착하는 손상된 패킷들과 송신단에서 패킷 손실이 없을 때 만들어진 ‘비디오 정보 파일’이 다른 경우에는 여전히 재생 버퍼의 포화현상을 방지할 수 없게 된다. 따라서 패킷의 손실이 발생한 경우 이에 알맞은 r, c값 테이블을 재생성하기 위해서는 ‘비디오 정보 파일’을 재설정 해주어야만 정확한 파라메타를 적용할 수 있다.

## 2.2 손실을 고려한 ‘비디오 정보 파일’ 재설정 기법

본 논문에서 제안하는 연구는 네트워크상의 패킷 손실에 의해 잘못된 토큰 버킷 파라메타를 정정하는 비디오 정보 파일을 가지는 토큰버킷 파라메타 자동설정 기법이다. 제안하는 기법은 손실 이벤트가 발생한 경우 ‘비디오 정보 파일’에서 손실된 패킷에 대한 정보를 제거하고 그 이후부터의 r값과 c값을 재계산한다. ‘비디오 정보 파일’을 재설정하는 과정은 (그림 2)와 같다.

(그림 2) 패킷 손실 이벤트 발생 시 비디오 정보 파일의 재설정 과정



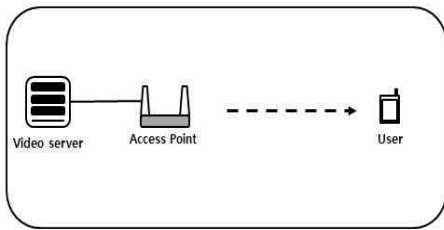
(Figure 2) Re-setting process of video information file in case of packet loss event generation

실제 수신단으로 유입되는 비디오 패킷의 시퀀스 번호를 확인하면 전송 중 손실로 인하여 수신단에 도착하지 못한 패킷을 알 수 있다. 이러한 패킷들의 시퀀스 번호 비교를 통해 손실을 판단하며, 손실이 발생한 경우 손실된 패킷의 시퀀스 번호를 기록한다. 또한 ‘비디오 정보 파일’을 이용한 r, c테이블 생성은 비디오 데이터가 전송되기 이전에 한번만 생성이 되고 손실 이벤트가 발생할 경우에 재설정된다. 이러한 재설정 동작은 각각의 패킷이 손실될 경우에는 발생하지 않는다. 연속된 손실은 하나의 손실 이벤트로 간주하고 한 번의 재설정 동작을 수행한다. 손실 이벤트가 발생할 때 마다 손실된 패킷 정보의 기록을 보고 해당하는 패킷의 정보를 ‘비디오 정보 파일’에서 제거한다. 그리고 정보 파일에 기록되어 있는 연속적인 패킷 크기 정보를 더하며 단위 시간당 재생량을 넘지 않는 구간만큼 분할한다. 이 구간 내에 존재하는 패킷의 개수는 단위 시간당 설정될 r값으로 정해지기 때문에, r값에 의해 수신측 재생버퍼로 들어오는 패킷의 정보량은 단위 시간당 재생량과 비슷한 값을 가지게 된다. 이후 r+c값에서 r값을 뺀 나머지 값이 c값으로 정해진다. r+c값은 전송되는 패킷의 최대 크기, 수신버퍼의 최대크기, 단위 시간당 재생량을 고려하여 구할 수 있다[4]. 이후의 동작은 기존의 기법[5]에서 기술된 것과 동일하게 4 단계로 토큰의 소비 개수에 따라 적응적인 r값 및 c값 파라메타를 설정하게 된다. 먼저 비디오

정보 파일을 생성한 후에 r+c값 초기 설정 방법을 수행한다. 그 다음에 수신단에서 수신된 비디오 정보 파일을 바탕으로 연속적으로 수신되는 패킷들에 대해 패킷 크기의 합을 구한 뒤, 그 합이 요구되는 재생량을 초과하지 않는 최대 구간만큼 분할하여 r값 테이블을 만들고 그에 따라 c값 테이블도 생성한다. 마지막으로 시간의 흐름에 따른 적응적 r값을 변경한다. 이러한 기법을 통해 각기 다른 비디오 및 시간의 흐름에 따라 적응적으로 다른 r값을 사용할 수 있고, 해당 r값에 의해 결정된 c값이 각 구간별로 설정된다. 이 결과로 단위 시간당 재생되는 양에 근접한 비디오 패킷의 유입을 제어 할 수 있으며 언더플로우의 발생횟수를 최소화 시키면서 버퍼의 포화현상을 방지 할 수 있게 된다.

### 3. 모의실험 및 결과

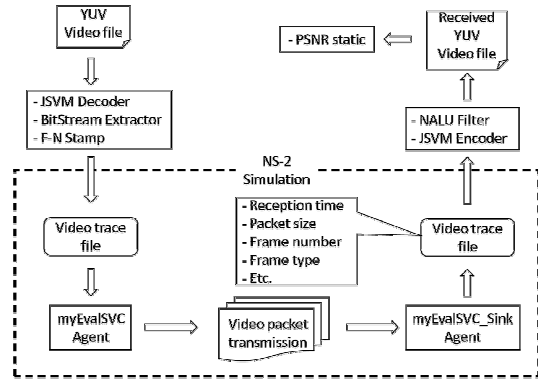
(그림 3) 네트워크 토폴로지



(Figure 3) The network topology

본 논문에서 사용한 네트워크 토폴로지는 (그림 3)에서 보여주고 있다. 네트워크 토폴로지는 비디오 서버 1개, 무선 기지국 1개, 수신자 1개로 이루어져 있다. 비디오 서버와 AP는 유선으로 연결되어 있고 무선 기지국과 수신자 구간은 무선 환경을 이루고 있다. 실제 경쟁트래픽을 붙이지 않고 네트워크의 혼잡 상황을 가정하여 전송단에서 비디오 패킷을 네트워크의 패킷 손실 영향을 고려하면서 비디오 패킷을 임의 간격으로 전송하게 된다.

(그림 4) 추적 파일 기반의 시뮬레이션을 위한 비디오 파일 송수신 과정 [5]



(Figure 4) The transmitter-receiver process of video for the simulation based on trace file [5]

본 논문에서는 모의시험을 위해서 NS-2(Network Simulator-2)와 JSVM(Joint Scalable Video Model)을 사용하였으며[6][7] 비디오 전송 모의실험 시 실제 비디오 파일 전송이 아닌 비디오의 정보를 담고 있는 텍스트 형식의 파일을 전송하는 비디오 트레이스 기반의 모의실험을 진행하였다 [5][8][9]. (그림 4)는 추적 파일 기반의 모의실험을 위한 비디오 파일 송수신 과정을 보여주고 있다. NS-2을 이용하는 모의실험에서는 추적 기반의 모의실험으로 수행한다. 여기에서 사용한 비디오 추적이란 실제 YUV 비디오 파일로부터 중요한 정보들을 추출하여 텍스트 파일의 형식으로 저장한 후 그 데이터를 바탕으로 NS-2를 통해 전송하면서 모의실험을 수행 한다[6]. 이 비디오 추적 파일은 실제 비디오 파일로부터 추출되어 저장된 형태로 패킷의 전송간격, 프레임의 크기 및 프레임의 부호화 유형 등이 포함되는데 일련의 상기 과정들은 MyEvalSVC를 참조하면서 진행한다[8][9].

결국 상기의 모의실험 방법은 SVEF(Scalable Video-Streaming Evaluation Framework)를 바탕으로 NS-2 모의실험 환경으로 프레임워크를 확장한 것이며 제안하는 네트워크 구조 또는 프로토콜들을 SVC(Scalable Video Coding)와 H.264에 있어 평가할 수 있는 방법이다.

(그림 4)를 상세히 설명하면 다음과 같다. 먼저, 모의실험을 수행할 송신측 YUV 비디오 파일을 JSVM 복호기를 이용하여 파라메타를 만들

고 부호화를 하게 된다. 본 모의실험에서 사용한 비디오 스트리밍 트래픽은 해상도나 화질에 확장성을 가지는 SVC가 아닌 단일 계층으로 부호화를 하여 진행한다. 부호화를 수행한 후에 JSVM에서 제공하는 BitStream Extractor와 SVEF에서 제공하는 F-N Stamp를 이용하여 비디오 추적파일을 만들고 NS-2 모의실험을 위한 입력으로 사용하게 된다.

NS-2 모의실험에서 송신측 단말기(myEvalSvc Agent)는 비디오 추적파일을 기반으로 한 패킷들을 생성해서 수신측 단말기(myEvalSVC\_Sink Agent)로 전송하고, 그 전송된 패킷들을 바탕으로 수신 추적 파일(Received Video Trace File)을 만들게 된다. 수신 추적파일에는 패킷의 수신 시간, 패킷 크기, 프레임 수, 프레임 유형 등의 정보가 저장되어 있다. 이 수신 추적 파일 정보를 바탕으로 패킷의 손실 및 재생의 불연속성에 대한 정보를 얻을 수 있다.

마지막으로 NALU filter 및 JSVM 부호기를 이용하여 복호화 과정을 거치게 된다. NALU filter에서는 프레임 중속성으로 인하여 복호화할 수 없는 프레임과 일정 시간 후에 도착한 프레임들을 폐기하는 업무를 수행하게 된다. 이렇게 필터링된 데이터를 복호화 하면 실질적으로 네트워크를 거쳐 성공적으로 수신된 YUV 비디오 파일을 얻을 수 있다. 최종 수신된 YUV 비디오 파일을 가지고 PSNR static 도구를 이용하여 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)값을 측정할 수 있으며 플레이어를 이용한 영상의 재생도 가능하다.

여기에서 PSNR이란 동영상의 화질 정보를 수치적으로 표현한 값으로 두 영상에 대해 평균 수치를 확인함으로써 대략적인 화질의 차이를 알 수 있다. PSNR을 계산하는 식은 식 (1)과 같다.

$$PSNR = 10 \log_{10} \left( \frac{MAX_I^2}{MSE} \right) \tag{1}$$

$$= 20 \log_{10} \left( \frac{MAX_I}{\sqrt{MSE}} \right)$$

여기서  $MAX_I$ 는 해당 영상의 최대 신호값을 나타내고 MSE(Mean Squared Error)는 오차제곱의 평균을 의미한다. 송신 영상과 수신 영상에 대해 PSNR을 구할 경우에 두 영상에서의 오차가 크면 클수록 PSNR값은 작아진다.

결국 NS-2를 이용한 모의실험 수행 시 송신측에서는 상기에서 설명한 기법들을 활용하여 비디오 추적파일을 바탕으로 한 패킷을 생성하고 네트워크의 혼잡과 불규칙한 지터의 영향을 고려하여 비디오 패킷을 불규칙하게 전송한다. 또한 비디오 패킷 전송 전 토큰버킷의 적응적 파라메타 자동설정을 위한 비디오 정보 파일을 최초 1회만 전송한다. 수신 단에서는 자동으로 파라메타를 설정해주는 토큰버킷 기법을 수행하는 시스템을 구현하고 적용하게 된다. 모의실험에 사용된 파라메타는 <표 1>과 같다.

<표 1> 사용된 모의실험 파라메타들

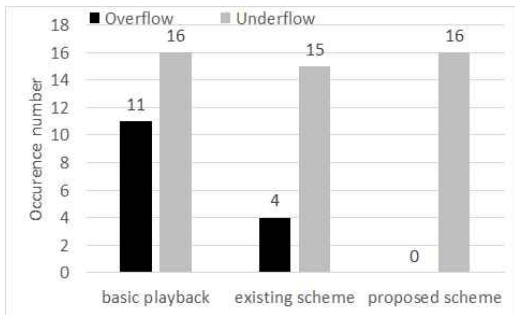
Simulation tool	NS-2, JSVM
Node number	Sender 1, Access Pointer 1, Receiver 1
Used Video	Mobile
Video resolution	CIF (352 X 288)
Frame number	300
Gop size	16
Frame rate	30
r+c value	30
Maximum packet size	1,500 byte
Buffer size	35,000 byte
Packet error rate	8 %

<Table 1> The used simulation parameters

모의실험에 사용된 비디오는 YUV 포맷의 'Mobile' 영상이고 이는 JSVM을 이용하여 단일 계층의 영상으로 부호화하였다[10]. 전송되는 패킷의 최대 크기는 1,500 byte이며 프레임 전송 시 각 프레임의 크기를 패킷의 최대 크기로 분할하여 같은 프레임 정보를 가지는 패킷들을 동시에 전송한다. 재생버퍼의 최대 크기는 35,000 byte이며 이 버퍼양을 초과할 시 이후에 들어오는 비디오 패킷은 손실된다. 또한 오류에 의해 패킷이 손실되는 환경을 구성하기 위해 비디오 추적파일을 바탕으로 한 패킷을 생성하고 네트워크에 의한 영향을 가정하여 대략 8% 정도의 손실을 가진 비디오 패킷을 불규칙하게 전송하였다. 이와 같이 혼잡으로 인해 재생버퍼에서 오버플로우 현상이 일어남으로 인해 네트워크상의 패킷 손실이 발생한다. 그로 인한 잘못된 토큰 버킷 파라메타들을 설정하는 데에 비디오 정보

파일을 사용하는 제안된 토큰버킷 파라메타 자동설정 기법과 네트워크상에 패킷 오류가 없다고 가정된 상태에서 사용되는 토큰버킷 파라메타를 비디오 특성에 알맞게 적응적으로 설정하는데 ‘비디오 정보 파일’을 사용하는 기존의 토큰버킷 파라메타 자동설정 기법에서의 성능 비교를 오버플로우 및 언더플로우 발생 횟수, 패킷 손실율, PSNR을 통하여 분석한다.

(그림 5) 3개의 방법들에서 오버플로우 및 언더플로우 발생 횟수

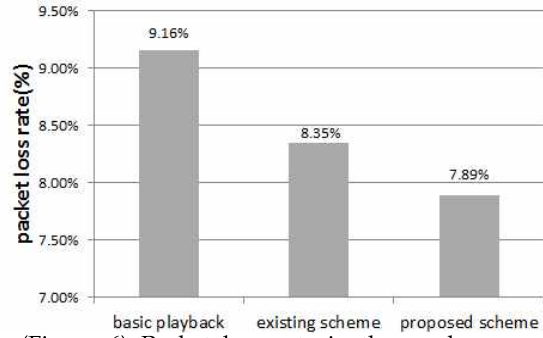


(Figure 5) Generation number of overflow and underflow in three schemes

(그림 5)은 각 상황에서 발생하는 언더플로우 및 오버플로우 횟수이다. 토큰버킷 기법은 균집적인 패킷을 제어하는 용도로 사용되기 때문에 오버플로우에서는 효과를 나타내지만 언더플로우 현상을 방지하기 위한 기법으로는 부족하다. 기본 재생은 아무 기법도 사용하지 않고 수신되는 모든 패킷들을 바로 재생버퍼로 유입시켰을 경우이다. 이러한 경우에는 혼잡에 의해 지연되어 들어오는 패킷 및 균집적인 패킷들로 인해 재생버퍼의 수위가 매우 불안정하며 이에 따라 오버플로우 및 언더플로우가 많이 일어나는 것을 확인할 수 있다. 또한 기존방법의 경우 ‘비디오 정보 파일’을 이용하여 토큰버킷 파라메타 자동설정 기법을 적용하였음에도 불구하고 4회의 오버플로우가 발생하는 것을 볼 수 있다. 정상적인 파라메타가 적용되었다면 오버플로우는 일어나지 않아 정상이지만 손실된 패킷으로 인해 잘못된 파라메타가 사용되었기 때문에 나타나는 현상이라고 볼 수 있다. 반면에 손실 이벤트 발생 시 ‘비디오 정보 파일’을 수정하여 재설정하는 제안한 기법의 경우에 패킷의 손실이 일어난다

해도 그에 알맞은 r값을 재설정하여 사용하기 때문에 여전히 적절한 파라메타가 적용되어 오버플로우가 발생하지 않는 것을 알 수 있다. 이와 같은 환경에서는 버퍼의 포화현상으로 인하여 추가적인 패킷 손실은 없다고 볼 수 있다.

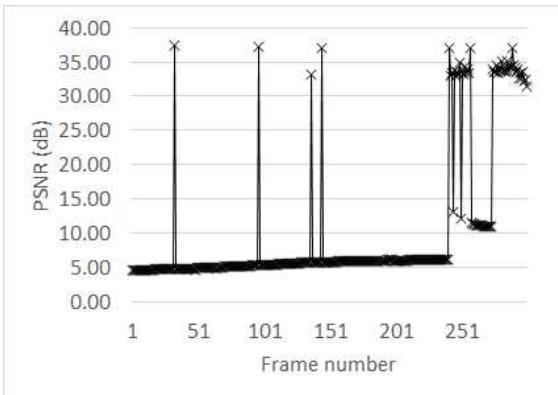
(그림 6) 3개의 방법들에서 패킷 손실률



(Figure 6) Packet loss rate in three schemes

(그림 6)는 모의실험을 위해 사용한 3개의 방법들에서의 패킷 손실률을 나타낸 그래프이다. 오버플로우가 가장 많이 일어났던 기본재생의 경우가 가장 높은 손실율인 9.16%를 보이고 있으며 이 경우에는 매우 많은 프레임들이 손실되어 정상적인 영상을 보기 힘들 것이라고 예상할 수 있다. 또한 기존 방법을 사용한 경우에도 버퍼의 포화현상으로 인한 오버플로우에 의해서 추가적으로 손실된 패킷이 존재하기 때문에 두 번째로 높은 손실율인 8.35%를 보이고 있다. 반면에 패킷의 손실을 고려하는 제안하는 방법의 경우에는 오버플로우로 인한 추가적인 패킷의 손실이 발생하지 않아 무선 오류에 의한 손실율인 8%에 가까운 정도만 보임을 확인할 수가 있다. 따라서 제안한 방법이 가장 낮은 패킷 손실율을 얻음을 확인할 수 있다.

(그림 7) 기존의 기법과 제안한 기법을 사용했을 때 수신된 영상에 대한 PSNR



(Figure 7) PSNR of received video by the existing scheme and proposed scheme

(그림 7)는 기존의 기법과 제안한 기법을 사용했을 때 식 (1)에서 정의한 수신된 영상에 대한 PSNR를 나타내는 결과 그래프이다. 본 모의실험 결과로 부터 기존 방법과 제안한 방법 모두가 동일한 PSNR을 가지기 때문에 그래프가 중복되어 한 개의 그래프처럼 보여 지고 있다. 이는 결과적으로 패킷 손실이 발생한 네트워크상에 적용된 제안된 방법과 패킷 손실이 없다고 가정된 네트워크상에 적용한 기존방법에서의 PSNR이 동일한 값을 나타낸다는 것을 보여주고 있는 것이다. 따라서 제안한 방법이 패킷 손실이 발생한 경우에도 잘못된 토큰 버킷 파라메타들을 설정하는 비디오 정보 파일에 의해 네트워크상의 패킷 손실 상태를 잘 극복하여 네트워크상의 패킷 손실이 없는 것과 같이 동작하고 있음을 보여주고 있다.

#### 4. 결론

기존 연구에서는 토큰버킷 기법을 수신단에 적용함으로써 균집적인 트래픽을 성형하고 이로 인한 버퍼의 포화현상을 방지함으로써 프레임의 손실을 막는 기법에 대해 제안했었다. 이러한 연구에서는 토큰버킷에 사용되는 파라메타는 ‘비디오 정보 파일’을 기반으로 설정되었지만 전송 도중 패킷의 손실이 일어나는 환경에서는 파라메타가 잘못 사용될 수 있는 문제점을 가지고 있

었다. 따라서 본 논문에서는 손실 이벤트 발생 시 정보 파일을 재설정하여 정확한 파라메타가 사용될 수 있는 방법에 대해 추가적인 기능을 제안하였으며, 실험 결과를 통해 제안한 방법이 기존의 방법보다는 오버플로우 발생횟수, 패킷손실률에서 토큰버킷 기법의 성능이 향상되었음을 확인하였다. 향후에 무선 채널 멀티 페이딩 환경을 고려한 멀티 모바일 유저 환경에서 제안 방법을 해상도나 화질에 확장성을 가지는 SVC기반의 비디오 전송에도 적용하는 연구를 진행할 계획이다.

#### References

- [1] Junghyun Park, Kwangsue Chung, “A delay trend-based rate control scheme for video streaming services”, *Journal of KIISE*, vol.39, no.6, pp.443-452, Dec 2012.
- [2] Hyungjun Kim, Kwangsue, “Adaptive video streaming scheme for improving quality of experience”, *Journal of KIISE*, vol.39, no.5, pp.395-404, Oct 2012.
- [3] Chulwook Moon, Kwangdeok Seo, Soonheung Jung, JeongJu Yoo, “Performance comparison of error-resilient video transport techniques for SVC video streaming”, *Korea multimedia society, academic publication*, pp.174-177, 2008.
- [4] Hyunno Lee, Donghoi Kim, “The token bucket scheme to solve buffer overflow of video streaming in wireless network”, *Journal of Digital contents society*, vol.1.16, no.3, pp.365-371, Jun 2015.
- [5] Hyunno Lee, Donghoi Kim, “Video streaming receiver with token bucket automatic parameter setting scheme by video information file needing successful acknowledgment character”, *Journal of korean institute of communications and information sciences*, vol.40, no.10, pp.1976-1985, Oct 2015.
- [6] Young-Min Jang, *The application of NS-2 Network Simulation*, Hongrungs Publishing Company, 2008.
- [7] NS-2 Manual. [Online]. Available: <http://www.isi.edu>



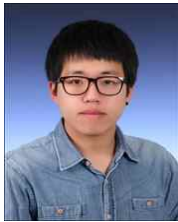
[u/nsnam/ns/](http://u/nsnam/ns/), Nov 2011

[8] Ke Chih-Heng, "myEvalSVC : an Integrated Simulation Framework for Evaluation of H.264./SVC Transmission", KSIIE Transaction on Internet and Information Systems vol.6, no.1, pp.378-393, Jan. 2012

[9] Chih-Heng Ke, How to do H.264 SVC transmission simulations(2014), Retrieved Aug, 2015, from <http://csie.nqu.edu.tw/smallko/ns2/svc.htm>

[10] JSVM Software Manual(2006)

### 이 현 노



2008년 3월 - 2014년 2월 : 강원대학교 전기전자공학부 공학사

2014년 3월 - 2016년 2월 : 강원대학교 전기전자공학부 공학석사

2016년 3월 ~ 현재 : (주) 비아트론 연구원

관심분야 : 차세대 이동통신 및 차세대 무선 네트워크

### 김 동 회



2005년 2월 : 고려대학교 전과공학과 공학박사

1989년 1월 ~ 1997년 1월 : 삼성전자 전임연구원

2000년 8월 ~ 2005년 8월 : 한국전자통신연구원 선임연구원

2006년 3월 ~ 현재 : 강원대학교 IT대학 전기전자공학부 전자통신학과 교수

관심분야 : 이동통신 및 무선 네트워크 등