

스트리밍 비디오 시스템에서 균일 화질 유지를 위한 비디오 코덱 설계

박영환, 박찬근
청주대학교 컴퓨터정보공학과
e-mail : cabin@cju.ac.kr, parkck@cju.ac.kr

Design of Video CODEC for Maintain Uniform Quality in Streaming Video System

Young-Hwan Park, Chan-Khon Park
Dept of Computer and Information Engineering, Cheongju University

요 약

스트리밍 비디오 시스템의 QoS에 관한 기존 연구가 네트워크의 관점에서 비디오 스트림의 전송률을 조절하는 기법위주로 이루어져 균일한 화질을 제공받고자 하는 사용자에게 VBR 스트리밍 비디오의 장점을 제공하기 어려웠다.

본 논문에서는 스트리밍 비디오 시스템에서 클라이언트의 대역폭 변화에도 사용자에게 균일한 화질을 제공하기 위하여 CBR 스트리밍 비디오의 장점을 VBR 스트리밍 비디오에 적용하는 비디오 코덱을 설계한다.

1. 서론

스트리밍 비디오 시스템에서 비디오는 CBR(constant bit rate)과 VBR(variable bit rate)기술로 압축되어 사용된다. 프레임 당 비트수가 일정한 CBR 스트리밍 비디오는 Burst 발생이 없으나 균일한 화질 제공이 어렵다는 단점이 있고, 프레임 당 비트수가 다른 VBR 스트리밍 비디오는 균일한 화질을 제공하고 압축률이 높다는 장점이 있으나, Burst 발생하는 단점이 있다[1].

네트워크의 관점에서 비디오 스트림의 전송률을 조절하는 기법위주로 이루어진 스트리밍 비디오 시스템의 QoS에 관한 기존 연구는 사용자의 입장에서 균일한 화질을 유지하는 VBR 스트리밍 비디오의 장점을 제공하기 어려웠다[2,3].

본 논문에서는 스트리밍 비디오 시스템에서 클라이언트의 대역폭 변화에도 사용자에게 균일한 화질을 제공하기 위하여 CBR 스트리밍 비디오의 장점을 VBR 스트리밍 비디오에 적용하는 비디오 코덱을 설계한다.

2. 관련연구

네트워크 관점에서의 비디오 전송 기법들은 실제 서비스되는 비디오 스트림의 품질 향상을 보장하지 않는다는 한계가 있다[4].

2.1. CBA(Critical Bandwidth Allocation)[5]

대역폭이 증가될 경우 전송률의 변경 횟수를 최소화하고 대역폭이 감소될 경우 전송률을 최소화하는 알고리즘

으로 버퍼의 이용률이 우수하다.

2.2. MCBA(Minimum Changes Bandwidth Allocation)[6]

대역폭이 감소되거나 증가될 경우 전송률의 변경 횟수를 최소화하는 알고리즘으로 전송률의 변경횟수를 최소화함으로써 줄임으로 전송률 계산에 소요되는 CPU 오버헤드를 최소화하는 특징이 있다.

2.3. MVBA(Minimum Variability Bandwidth Allocation)[7]

대역폭이 변화될 경우 전송률 변화량을 최소화하는 알고리즘으로 대역폭이 증가 또는 감소되는 경우 완만한 변화를 통해 비디오 화질에 변화로 발생하는 지연을 최소화하는 알고리즘이다. 대역폭의 변화가 적은 비디오 스트림에서 우수한 특징을 보인다.

2.4. PCRTT(Piecewise Constant Rate Transmission and Transport)[8]

일정한 시간 간격으로 전송률을 제어하는 방식으로, 누적된 비트수의 합에서 프레임 당 비트수의 평균값을 구한 후 클라이언트에서 언더플로우를 방지하기 위해 계산된 전송률을 offset만큼 증가시키는 방법이다. 시간 간격이 넓은 경우 오버플로와 언더플로가 발생할 수 있기 때문에 적당한 시간 간격을 정하는 어려움이 있다.

2.5. RCBS(Rate-Constrained Bandwidth Smoothing)[9]

최대 대역폭이 제약조건으로 주어진 상태에서 클라이언트 버퍼의 이용률을 최소화하는 알고리즘으로, N번째 프레임에서 시작해서 첫 번째 프레임으로 역으로 진행하면서 최대 대역폭의 전송률을 초과한 경우 최대 대역폭으로 전송률을 제한하고, 그렇지 않은 경우 해당 전송률을 유지

하는 방식으로 진행한다. 전송률의 변화폭이 심한 특징이 있다.

2.6. RAP(Rate Adaptation Protocol)[10]

TCP와 유사한 혼잡제어 메커니즘을 사용하지만 ACK 기반의 윈도우 조절방식이 아닌 전송률 조절방식을 사용하여 전송률의 변화를 감소시킨다.

2.7. TEAR(TCP Emulation at Receivers)[11]

TCP의 혼잡제어 메커니즘을 수신단에서 수행하여 네트워크 상에 적합한 전송률을 송신단에 알려줌으로써 TCP 친화적으로 전송률을 조절하는 것으로 윈도우기반 방식과 전송률기반 방식이 혼합된 형태의 전송 기법이다.

2.8. TFRC(TCP Friendly Rate Control)[12]

수신단에서 송신단으로 피드백되는 패킷 손실률, 중단간 지연, 재전송 타임아웃을 이용하여 TCP 커넥션의 평균 전송률을 비교적 정확하게 추정할 수 있다.

2.9. SQRT[13]

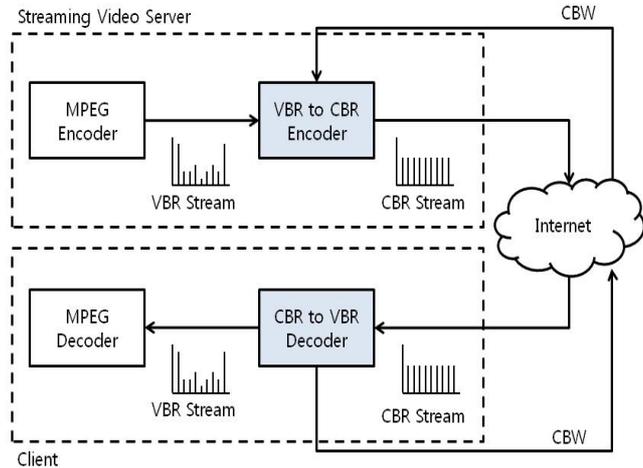
TCP의 AIMD(Additive Increase and Multiplicative Decrease)기법의 파라미터 값 변경을 통해 비디오 전송에 적합하도록 전송률의 변화를 줄인다.

2.10. MVBAG(Minimum Variability bandwidth Allocation with GOP of Pictures)[14]

MVBA를 바탕으로 GOP 단위로 전송률 변화를 조절하여 CPU 오버헤드를 줄이며, 비디오 스트림의 최대 전송률을 제한하는 알고리즘이다. GOP 단위로 전송률을 계산하므로 버퍼의 크기가 상대적으로 크다.

3. 균일 화질 유지를 위한 비디오 코덱

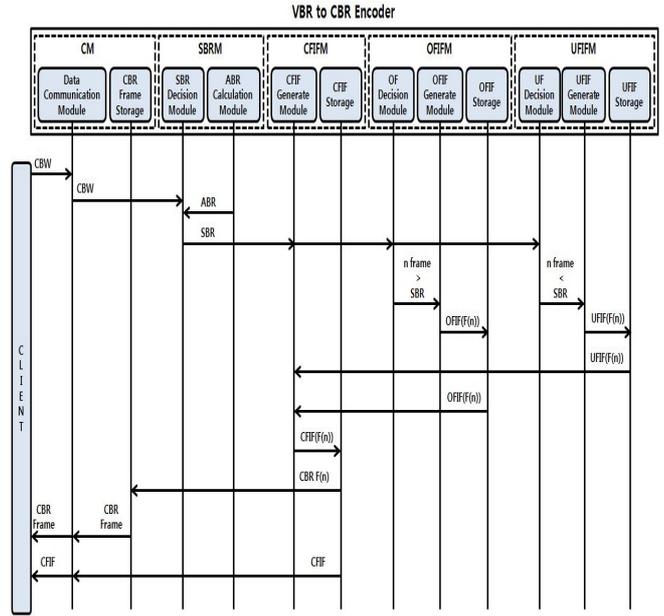
균일 화질 유지를 위한 비디오 코덱은 VBR 스트리밍 비디오의 Burst 발생을 방지하여 사용자에게 균일 화질을 제공하기 위한 방법으로 VBR 스트리밍 비디오를 서버에서 CBR화하는 Encoder와 클라이언트에서 VBR화하는 Decoder로 구성된다. 그림 1은 제안하는 VBR to CBR Encoder와 CBR to VBR Decoder를 적용한 Video Streaming System의 전송 구조이다.



(그림 1) Video Streaming System의 전송 구조

3.1. VBR to CBR Encoder 구조와 처리과정

VBR 스트리밍 비디오에 CBR 스트리밍 비디오의 장점을 적용하여 CBR화하기 위한 Encoder이다. 그림 2는 VBR to CBR Encoder의 구조와 처리과정을 표현하였다.



(그림 2) VBR to CBR Encoder의 구조와 처리과정

3.1.1. SBRM(Service Bit Rate Manager)

SBRM은 스트리밍 비디오를 클라이언트에게 제공하기 위한 준비로 클라이언트의 대역폭을 CM(Communication Manager)으로부터 전달받아 서비스 비트 레이트를 결정한다.

1) SBR(Service Bit Rate) Decision Module

클라이언트의 대역폭과 서비스하려는 VBR 스트리밍 비디오의 평균 비트 레이트를 비교하여 작은 값을 서비스 비트 레이트를 결정한다.

2) ABR(Average Bit Rate) Calculation Module

VBR 스트리밍 비디오의 평균 비트 레이트를 계산한다.

3.1.2. CM(Communication Manager)

CM은 Encoder의 각 모듈과 클라이언트와의 통신을 담당한다.

1) Data Communication Module

CBR Frame Storage에 저장된 CBR화된 프레임과 CFIF(CBR Frame Information File) Storage에 저장된 CFIF를 클라이언트로 전송하고, 클라이언트로부터 전송받은 CBW(Client Bandwidth)를 SBRM에 전송한다.

2) CBR Frame Storage

CBR화된 프레임을 저장한다.

3.1.3. CFIFM(CBR Frame Information File Manager)

1)CFIF Generate Module

OFIF(Over Frame Information File) Storage와 UFIF(Under Frame Information File) Storage 저장된 정보를 이용하여 CBR화된 프레임 정보 파일을 생성한다. CFIF는

프레임 번호, 프레임 크기, 오버/언더 프레임 플래그, 오버 프레임인 경우 SBR을 초과하는 n번 프레임의 정보가 추가된 m번 프레임의 번호, m번 프레임에 추가된 정보의 크기 그리고 언더 프레임인 경우 n번 프레임에 추가된 SBR을 초과하는 m번 프레임의 정보, 추가된 정보의 크기를 갖는다.

2) CFIF Storage

CFIF Generate Module에서 생성된 정보를 저장한다.

3.1.4. OFIFM(Over Frame Information File Manager)

1) Over Frame Decision Module

서비스 비트 레이트를 초과하는 프레임을 결정한다.

2) OFIF(Over Frame Information File) Generate Module

서비스 비트 레이트를 초과하는 프레임에 대한 정보와 초과되는 정보를 생성한다. OFIF는 오버 프레임 번호, 크기 그리고 초과되는 정보를 갖는다.

3) OFIF Storage

OFIF Generate Module에서 생성된 정보를 저장한다.

3.1.5. UFIFM(Under Frame Information File Manager)

1) Under Frame Decision Module

서비스 비트 레이트 미만 프레임을 결정한다.

2) UFIF(Under Frame Information File) Generate Module

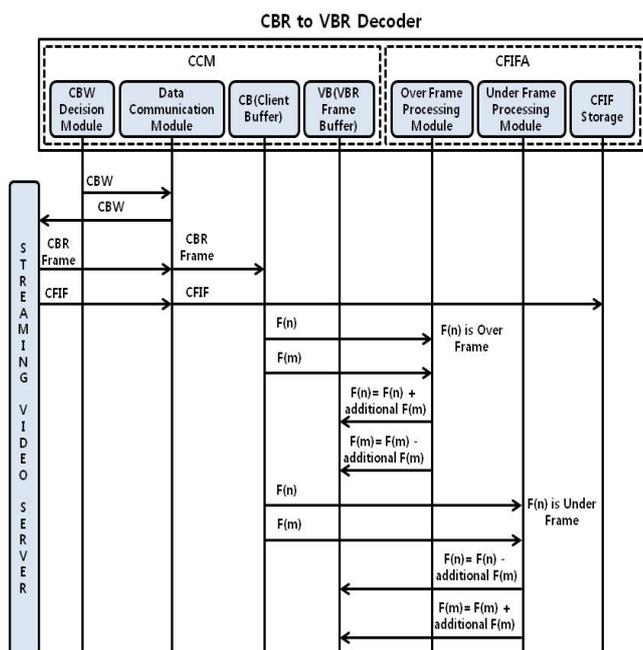
서비스 비트 레이트 미만의 프레임에 대한 정보를 생성한다. UFIF는 언더 프레임 번호, 크기를 갖는다.

3) UFIF Storage

UFIF Generate Module에서 생성된 정보를 저장한다.

3.2. CBR to VBR Decoder 구조와 처리과정

VBR to CBR Encoder를 통하여 CBR화된 스트리밍 비디오를 VBR화하기 위한 Decoder이다. 그림 3은 CBR to VBR Decoder의 구조와 처리과정을 표현하였다.



(그림 3) CBR to VBR Decoder의 구조와 처리과정

3.2.1. CCM(Client Communication Manager)

CCM은 Decoder의 각 모듈과 스트리밍 비디오 서버와의 통신을 담당한다.

1) CBW(Client Bandwidth) Decision Module

사용자의 네트워크 상황에 따라 클라이언트의 대역폭을 결정한다.

2) Data Communication Module

CBW Decision Module이 결정한 클라이언트 대역폭을 스트리밍 비디오 서버의 CM으로 전송하고, 스트리밍 비디오 서버로부터 전송된 CBR화된 프레임을 CB(Client Buffer)에 저장한다.

3) CB(Client Buffer)

Data Communication Module이 스트리밍 비디오 서버로부터 전송받은 CBR화된 프레임을 저장한다.

4) VB(VBR Frame Buffer)

CFIFA(CBR Frame Information File Analysis)로부터 처리된 VBR 프레임을 저장한다.

3.2.2. CFIFA(CBR Frame Information File Analysis)

CFIFA는 CBR화된 프레임 정보 파일을 분석하여 VBR 프레임을 생성한다.

1) Over Frame Processing Module

CB에 저장된 n번 프레임이 오버 프레임인 경우 CB에서 n번 프레임 정보에 m번 프레임에 추가된 n번 프레임의 정보를 더하여 VB에 저장한다. CB의 m번 프레임에서 추가된 n번 프레임의 정보를 빼고 남은 정보를 VB에 m번 프레임의 정보로 저장한다.

2) Under Frame Processing Module

CB에 저장된 n번 프레임이 언더 프레임인 경우 CB에서 n번 프레임 정보에 m번 프레임의 추가된 정보를 빼고 VB에 n번 프레임의 정보로 저장한다. CB의 m번 프레임에 n번 프레임의 정보에서 추가된 m번 프레임의 정보를 더하여 VB에 m번 프레임의 정보로 저장한다.

3) CFIF Storage

CCM의 Data Communication Module이 스트리밍 비디오 서버에서 수신한 CFIF를 저장한다.

4. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 VBR 스트리밍 비디오 시스템에서 클라이언트의 대역폭 변화에도 사용자에게 균일한 화질을 제공하기 위하여, Burst 발생이 없는 CBR 스트리밍 비디오의 장점과 균일한 화질을 제공하는 VBR 스트리밍 비디오의 장점을 적용한 비디오 코덱을 설계하였다.

향후 설계한 균일 화질 유지를 위한 비디오 코덱을 적용한 스트리밍 비디오 시스템의 구현, 다수의 클라이언트 접속 시의 효율성 확보, 다양한 코덱의 적용 그리고 실시간 영상에 대한 적용을 진행 할 계획이다.

참고문헌

- [1] 김은희, 박민철, 문주희, 권재철, “저지연 영상 통신을 위한 화면 비트율 제어 기법”, 방송공학회논문지, Vol 12, No 6, pp. 574-584, 2007.
- [2] N. Laouaris, I. Stavrakakis, “Adaptive playout strategies for packet video receivers with finite buffer capacity,” in *Proc. IEEE ICC'01*, Vol.3, pp. 969-973, 2001.
- [3] H. Huang, J. Ou and D. Zhang, “Efficient Multimedia Transmission in Mobile Network by using PR-SCTP,” *Communications and Computer Networks*, 2005.
- [4] T. Kim, M. H. Ammar, “Optimal quality adaptation for MPEG-4 fine-grained scalable video”, *IEEE INFOCOM*, 2003
- [5] W. Feng, et. al., “Smoothing and buffering for delivery of prerecorded compressed video”, in *Proc. of ISET/SPIE Symp. on Multimedia Comp. and Networking*, pp. 234-242, Feb. 1995.
- [6] W. Feng, et. al., “Optimal buffering for the delivery of compressed prerecorded video”, in *Proc. of the IASTED/ISMM Intl Conference on Networks*, January 1995.
- [7] J. D. Salehi, “Supporting stored video: Reducing rate variability and end-to-end resource requirements through optimal smoothing”, in *Proc. of ACM SIGMETRICS*, pp. 222-231, May 1996.
- [8] J. M. McManus, et. al., “Video-On-Demand Over ATM: Constant-Rate Transmission and Transport”, in *IEEE Journal on selected areas in comm.*, Vol. 14 No. 6, August 1996.
- [9] W. Feng, “Rate-constrained bandwidth smoothing for the delivery of stored video”, in *SPIE Multimedia Networking and Computing*, 1997.
- [10] R. Rejaie, M. Handley. D. Estrin, “RAP: An end-to-end rate based congestion control mechanism for real-time streams in the internet”, *IEEE INFOCOMM*, 1999.
- [11] I. Rhee, V. Ozdemir, Y. Yi, “TEAR: TCP emulation at receivers - flow control for multimedia streaming”, *Technical Report, NCSU*, 2000.
- [12] S. Floyd, M. Handley, J. Padhye, J. Widmer, “Equation-based congestion control for unicast applications”, *ACM SIGCOMM*, 2000.
- [13] D. Bansal, H. Balakrishnan, “Binomial congestion control algorithms”, *IEEE INFOCOM*, 2001.
- [14] 이면재, 곽준원, 송하윤, 박도순, “MPEG 동영상 서비스를 위한 효율적인 전송률 조절 알고리즘”, 한국컴퓨터 산업교육학회 논문지, Vol 3, No 8, pp. 1027-1038, 2002.