

사용자 상호작용에 대한 끊임없는 멀티미디어 스트리밍

김경덕¹, 김상욱²
위덕대학교 컴퓨터멀티미디어공학부¹
경북대학교 컴퓨터학과²
kdkim@uu.ac.kr¹
swkim@cs.knu.ac.kr²

Seamless Multimedia Streaming on User's Interaction

Kyungdeok Kim¹, Sangwook Kim²
Division of Computer and Multimedia Eng., Uiduk University ¹
Department of Computer Science, Kyungpook National University ²

요약

본 논문에서는 사용자의 상호작용에 대해서 끊임없이 재생하는 멀티미디어 스트리밍 기법을 제안한다. 제안하는 멀티미디어 스트리밍 기법은 기존 디코딩 버퍼와 스트림 버퍼 외에 스트림 백업 버퍼를 추가로 사용한다. 추가된 스트림 백업 버퍼는 사용자의 상호작용에 효율적으로 지원할 수 있도록 현재 재생 위치를 중심으로 기존 스트림 버퍼의 2배 크기만큼 미리 버퍼링하여 효율적인 탐색과 빠른 재생을 지원한다. 사용자가 요구하는 대부분의 탐색작용은 현재 재생 위치 근처에서 일어날 확률이 높으므로, 제안한 멀티미디어 스트리밍 기법을 이용하여 사용자 상호작용에서 거의 지연 없이 효율적으로 재생한다. 본 논문에서는 구현 환경으로 멀티미디어 스트리밍을 지원하기 위한 MS사의 MMS서버를 이용하여 멀티미디어 스트리밍을 송수신하고 기존 재생기들과 제시한 멀티미디어 스트리밍 기법을 적용한 재생기와의 성능을 비교 평가하였다. 제안한 스트리밍 기법의 적용 예로서는 원격 강의 및 네트워크 게임 등이 있다.

Keyword : Multimedia streaming, Seamless streaming, Buffer management and Backup buffering

1. 서론

네트워크 기술의 발전과 사용자의 요구에 의하여 멀티미디어 데이터를 실시간으로 이용하는 기술이 요구된다[1,2]. 이미 전송과 관련된 스트리밍 기술들은 상당한 수준으로 발전하여 개인용 컴퓨터 사용자들에게 스트리밍 서비스를 제공하고 있다. 이러한 데이터를 재생할 때 사용자 상호작용이 많아질수록 효율적인 스트리밍을 지원하기 어렵다. 그러므로 사용자에게 멀티미디어 데이터를 고품질로 재생하기 위한 스트리밍 기술이 필요하다.

본 논문에서는 기존의 멀티미디어 스트리밍 프로토콜을 지원하면서 멀티미디어 데이터를

고품질로 재생하는 스트리밍 방법으로 재생기의 스트리밍을 위하여 재생기의 버퍼를 개선하는 방법을 이용한다. 기존 스트리밍 버퍼링은 주로 대역폭에 따른 재생기의 스트리밍 버퍼의 크기를 조절하는 연구로서, 일정 시간동안 멀티미디어 데이터를 스트리밍 버퍼에 저장하는 기법들이 대부분이다[1,2,5]. 그러므로 동적으로 변화하는 네트워크 상황을 고려한 버퍼링은 주요 연구 분야이다[3,4]. 하지만 이러한 연구에서 사용자와의 상호작용에 의한 스트리밍에 대한 연구는 미흡한 편이다. 특히 대부분의 멀티미디어 재생기에서 실시간 스트리밍 과정동안 사용자 상호작용에 의한 탐색 기능을 사용할 때 대부분

현 재생 위치와 근접한 위치로 탐색 위치가 변화되고 있으나 이미 버퍼에 스트리밍 된 멀티미디어 데이터의 활용도가 매우 낮은 편이다[5].

본 논문에서 제안하는 사용자 상호작용에 대한 끊임없는 멀티미디어 스트리밍 기법은 기존 스트림 버퍼에서 활용되지 않고 있는 멀티미디어 데이터를 활용하여 사용자의 실시간 상호작용에 대해서도 끊임없이 데이터를 재생할 수 있도록 지원한다. 이러한 스트리밍을 제공하기 위하여 스트림 버퍼를 백업하는 버퍼를 추가로 설계하고 그 작동 방법을 설명한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저, 2 절에서는 버퍼와 스트리밍에 대하여 설명하고, 3 절에서는 제안한 스트리밍 기법의 구현 대하여 설명한다. 그리고 4 절에서는 결론과 향후 연구 방향을 제시한다.

2. 버퍼와 스트리밍

기존 스트림 버퍼는 탐색과 같은 사용자 상호작용에 대해서 끊임없는 스트리밍을 제공하기 어렵다. 왜냐하면 미리 버퍼링한 데이터가 스트림 버퍼에 존재할 경우에는 끊임없이 연속적인 재생이 가능하지만, 그렇지 않을 경우에는 필요한 데이터를 스트리밍 받아야 함으로 데이터를 받을 때까지 대기시간에 의하여 단속적인 재생이 발생한다. 그러므로 본 논문에서 사용자 상호작용에 대한 끊임없는 재생을 지원하기 위하여 스트림 버퍼를 보완할 수 있는 스트림 백업 버퍼를 추가함으로써 끊임없이 연속적인 재생을 효율적으로 지원한다.

그림 1은 스트림 백업 버퍼를 가진 재생기의 구조를 나타낸다. 재생기는 전송관리자를 통하여 전송되는 데이터를 스트림 버퍼와 스트림 백업 버퍼에 저장하고 이를 디멀티플렉서가 오디오 및 비디오를 분리하여 디코딩 버퍼에 저장한다. 오디오 및 비디오 디코딩 버퍼에 있는 데이터는 디코딩 되고 그 결과 값이 프레젠테이션 버퍼에 전달된 후, 동기화 관리자가 오디오 및 비디오의 재생시간에 맞춰 재생한다. 여기서 스트림 백업

버퍼는 스트림 버퍼로부터 읽은 데이터를 백업하여 사용자 상호작용에 대비하여 기존 스트림 버퍼에서 사용 후 삭제되는 데이터를 차후 사용자 상호작용을 위하여 부분적으로 저장한다.

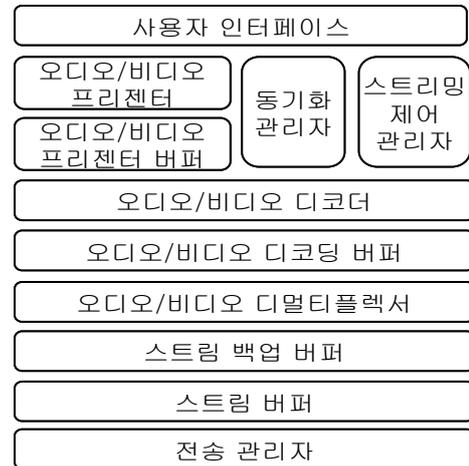


그림 1. 재생기의 구조

대부분의 재생기에서 사용자 상호작용은 주로 스트리밍의 탐색에서 발생한다. 이러한 탐색은 현 재생 위치의 주변에서 발생하므로, 스트림 백업 버퍼는 스트림 버퍼의 데이터를 백업하고 디코딩 버퍼와 연동하여 재생을 효율적으로 지원한다. 기존의 스트리밍 기법으로는 탐색 위치에 상관없이 항상 초기 버퍼링이 필요하다. 즉, 사용자가 버퍼링 하는 시간을 30초이고 탐색 위치가 현재 재생 위치부터 10초 후라고 가정하면 이미 버퍼링 되어 있는 데이터임에도 불구하고 서버에 10초 뒤의 데이터를 요청하는 불필요한 작업을 한다. 그래서 10초 뒤의 재생을 위하여 30초가 지연되는 상황이 발생한다. 그러므로 본 논문에서는 스트림 백업 버퍼가 스트림 버퍼의 2배 크기로 유지하면서 현 재생위치 앞뒤로 버퍼링 할 수 있도록 동작한다. 이렇게 기존의 스트리밍 기법에서 탐색 기능을 수행할 때, MMS 프로토콜에서 스트리밍을 중지시키고 중복되어 전송되는 미디어 데이터의 버퍼링으로 재생 지연 시간이 필요하다. 그러나 제안한 스트리밍 기법에서는 스트림 백업 버퍼를 이용하여, 불필요하게 중복 전송될 수 있는 많은 양의

미디어 데이터와 네트워크 리소스를 줄일 수 있고 버퍼링을 위하여 발생하는 재생 지연 시간을 없앨 수 있으므로 사용자 측면에서 QoS 향상을 가져올 수 있다.

표1은 사용자 상호작용에 따라 스트림 백업 버퍼와 재생기의 동작을 나타낸다. 여기서, n 은 버퍼 길이이고 k 는 최소 버퍼링 크기이며, $n > k$ 이다. m 은 현재 재생 위치이고 j 는 탐색 위치이다. 즉, 표1에서 $2n$ 바이트의 스트림 백업 버퍼 크기를 가질 경우, 현재 재생 위치를 m 바이트로 하고 사용자가 재생을 원하는 위치가 j 바이트 이후라고 가정하면, 탐색 위치가 스트림 백업 버퍼의 범위를 초과할 경우 초기 버퍼링을 다시 시작하고, 스트림 백업 버퍼의 범위에 속할 경우 백업버퍼의 데이터를 디코딩 버퍼로 전송한다. 디코딩 버퍼가 채워진 후, 스트림 백업 버퍼의 멀티미디어 데이터도 디코딩 버퍼의 재생 위치에 동기화되기 위하여 조정된다.

표 1. 사용자 상호작용에 따른 재생기의 동작

탐색 위치 j 값 범위	재생기 동작
$j < (m-n)$ or $(m+n) < j$	재 버퍼링 후 재생
$(m-n) \leq j < (m+(n-k))$	재생 및 버퍼링 계속
$(m+(n-k)) \leq j \leq (m+n)$	$(m+n)$ 까지 버퍼링 후 재생

다음 그림 2는 디코딩 버퍼, 스트림 백업 버퍼, 스트림 버퍼의 관계를 나타낸다. 여기서, j_1 , j_2 는 탐색 위치로서 가정한다.

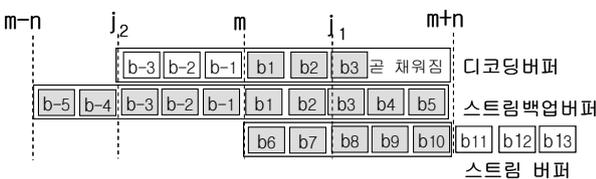


그림 2. 스트림 백업 버퍼

여기서, m 위치는 b_1 패킷이 현재 디코딩되는 위치임을 나타내고 있으며, 이 경우 디코딩 버퍼에서는 m 이전에 버퍼링 된 b_{-1} , b_{-2} 와 같은 패킷을 삭제하지만, 스트림 백업 버퍼는 이 패킷들을 유지한다. 이 상태에서 j_1 위치로 재생

위치가 이동되면, b_3 의 패킷으로 탐색을 하게 되면 디코딩 버퍼에 있는 데이터를 비우고 스트림 백업 버퍼에서 b_3 패킷을 가져온다. 스트림 버퍼는 지속적으로 스트리밍을 하면서 이렇게 채워지는 데이터로 인해 스트림 백업 버퍼의 b_{-5} , 와 b_{-4} 는 삭제된다. 그리고 j_2 위치로 이동할 경우도 마찬가지로 스트림 백업 버퍼에 있는 데이터일 경우 데이터 수신에 지연 없이 바로 수행 할 수 있다.

사용자 상호작용에 따른 탐색 위치의 값은 다음 식(1)에 의하여 계산된다. 즉, 전체 재생 시간(초)에서 전체 패킷 수를 나누게 되면 초당 사용되는 패킷을 알 수 있다. 탐색할 위치는 시간 값으로 계산되고, 이 값과 현재 재생하는 값을 더한 후 초당 사용되는 패킷을 곱하면 탐색할 위치의 패킷 값이 계산된다. 여기서 PN 은 재생할 패킷의 번호이며, CT 는 현재 재생 시간, MT 는 이동할 시간, TPN 은 전체 패킷의 수, TT 는 전체 재생 시간이다.

$$PN = (CT + MT) \times (TPN / TT) \dots\dots\dots (1)$$

사용자 상호작용 측면에서 스트림 백업 버퍼를 사용함으로써 많은 효과를 가져 올 수 있다. 탐색 위치가 현재 재생 위치 근처에서 일어날 확률이 높기 때문에 사용자는 탐색한 위치까지 지연 없이 멀티미디어 데이터를 재생할 수 있다. 그러나 스트림 백업 버퍼의 사용으로 버퍼링에 사용되는 메모리가 2배로 증가한다. 제안한 멀티미디어 스트리밍 기법은 불필요하게 중복 전송될 수 있는 많은 양의 멀티미디어 데이터와 네트워크 리소스를 줄일 수 있고, 버퍼링에 의한 재생 지연 시간도 감소시킨다. 하지만 추가된 스트림 백업 버퍼의 사용으로 인해 사용되는 메모리 사용량이 증가하므로, 적은 자원을 요구하는 내장형 및 휴대용 장치에서는 메모리 사용량의 조정이 필요하다.

3. 구현

제시한 멀티미디어 스트리밍 기법을 멀티미디어 재생에 구현한 환경은 다음 그림 3과 같다. 멀티미디어 스트리밍 서버는 윈도우 2000서버를 사용하고 통신 프로토콜은 MMS를 이용하였다. 그리고 멀티미디어 재생장치는 리눅스 기반의 PC로서 펜티엄3.1Ghz와 메모리 128MB를 사용하였고, 리눅스 커널 2.4.20.8 운영체제와 XFree86 4.3.0의 X11의 환경을 제공한다. 그 외 다른 재생기의 스트리밍 기법을 비교하기 위하여 재생시 메모리 사용량을 측정하고 지연시간을 확률적으로 평가하였다.

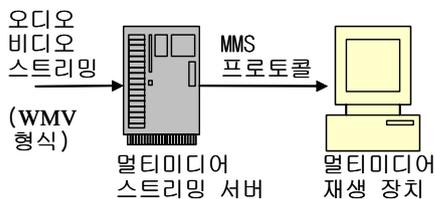


그림 3. 구현 환경

비교 대상인 재생기는 윈도우 환경의 미디어 플레이어 6.4 및 9.0와 리눅스 환경의 MPlayer 1.0pre, Xine 0.9, VLC 0.6.2이다. 본 논문에서 제시한 스트리밍 기법을 이용하는 KNUCS_Player는 WMV9 형식 및 탐색을 지원한다. WMV9형식의 재생은 VLC를 제외한 모든 재생기가 가능하며, 스트리밍에서 탐색 기능은 Xine과 MPlayer를 제외한 재생기들이 가능하다. 그리고 GUI를 사용하게 되면 그 만큼의 메모리를 더 사용하게 된다. 윈도우 환경을 기반으로 하는 재생기는 윈도우에서 제공하는 API를 사용해야 하므로 GUI의 분리가 평가대상이 될 수 없더라도 리눅스 환경에서는 GUI가 차지하는 불필요한 자원의 사용을 막기 위해서라도 GUI 없이 독립적으로 실행될 수 있는 것이 중요하다. MPlayer는 기본적으로 GUI 없이 실행할 수 있으며 MPlayer의 성능을 개선한 KNUCS_Player에서도 GUI 없이 실행 할 수 있다.

다음 표2는 각 재생기별로 메모리 사용량을 나타낸다. 이 중 KNUCS_Player가 가장 뛰어난

성능을 나타내고 있으며, 성능 평가를 위하여 사용된 환경은 모두 펜티엄 3.1Ghz와 메모리 128MB를 사용한다. 재생하는 파일은 WMV9 형식으로 재생시간은 1시간 2분 29초, 총 패킷의 수는 99375개이며 하나의 패킷의 길이는 1444바이트이다. 단, VLC의 경우는 WMV9.0을 재생할 수 없기 때문에 WMV8.0으로 평가하였다.

표 2. 재생기별 메모리 사용량

재생기 \ 스트리밍	재생전	재생중
MPlayer	7.7	24
VLC	19	24
Xine	32	28.2
WMP6.4	4	15
WMP9.0	4	10
KNUCS	7.7	13.5
KNUCS NonGUI	4.4	9.5

그림 4는 KNUCS_Player 의 재생 화면을 나타낸다. KNUCS_Player 에서 탐색 과정의 수행은 현재 재생을 멈추고 탐색 위치를 패킷 값으로 계산하여 버퍼링이 필요할 경우 버퍼링을 시작한다.



그림 4. KNUCS_Player의 재생 화면

KNUCS_Player에서 스트림 백업 버퍼를 사용할 경우, 탐색이 일어났을 때 재생 지연 확률은 다음과 같다. 여기서, m은 현재 재생 위치이며 n은 버퍼 크기일 때, 스트림 백업 버퍼는

재생위치를 기준으로 앞뒤에 n만큼 있으므로 백업 버퍼의 전체 사이즈는 2n이다. 먼저, 기존의 스트리밍 기법을 사용했을 때의 결과로 스트림 백업 버퍼 없이는 탐색이 일어날 경우 무조건 초기 버퍼 크기만큼의 지연 시간이 있는 후에 재생이 시작된다. 그러나, 스트림 백업 버퍼를 사용할 경우 스트림 백업 버퍼 내의 위치로 탐색을 하게 되는 전진 탐색일 경우 지연 시간은 없으며, 후진 탐색할 수록 초기 버퍼링이 발생할 확률이 높아진다. 이것은 이미 버퍼링 된 데이터가 있더라도 뒤로 갈수록 그 데이터의 사이즈는 재생으로 인하여 점점 줄어들기 때문에 버퍼링 된 데이터가 부족할 경우 초기 버퍼링이 발생하기 때문이다.

그림 5는 WMP9.0과 KNUCS_Player의 메모리 사용량을 시간별로 변화되는 것을 나타낸다. KNUCS_Player의 경우는 GUI를 사용할 때와 사용하지 않을 때의 경우도 함께 나타내었다. WMP9.0의 경우 메모리 사용량의 변화가 매우 크다. 이것은 WMP9의 부가 기능과 메뉴를 사용한 후 메모리를 해제하지 않아 발생하는 현상이다. 먼저 WMP9.0을 실행하면 메모리 사용량이 일시적으로 계속 증가한다. 이것은 WMP9.0이 미디어 데이터가 있는 웹사이트의 웹 브라우저 역할을 수행하기 때문이다.

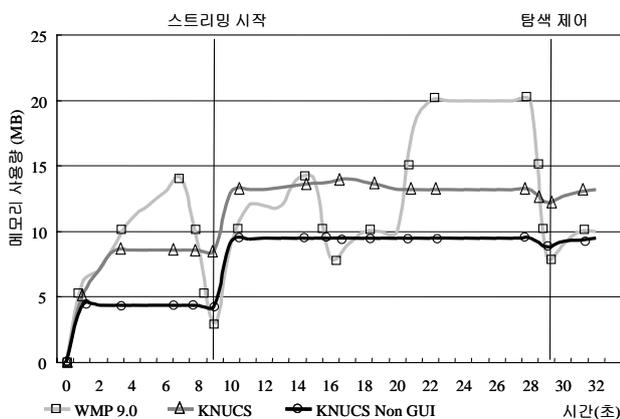


그림 5. 메모리 사용량 비교

웹 브라우저 상태에서 동영상 재생하는 상태로 바뀌면 그림 5에서 8~10초 사이에 메모리 사용량이 약 3MB까지 떨어진다. 그리고 재생기가

URL을 입력 받아 재생을 시작하면 14MB 정도까지 메모리를 사용하다가 10MB 정도에서 안정화 된다. 그러나 재생도중 메뉴를 사용하고, 특히 도움말을 사용하게 되면 그림 5에서 20~22초 사이 메뉴 및 도움말에 필요한 메모리의 사용으로 사용량이 급격히 증가해서 20MB까지 사용한다. 이는 재생도중 메뉴 및 도움말이 사용하는 메모리를 해제하지 않아 그 상태로 메모리 사용량이 유지되기 때문이다. 그 후 탐색을 하게 되면 그림 5에서 29초에서 다시 메모리의 사용이 원래의 재생에 필요한 정도로 내려움을 알 수 있다. 반면, KNUCS_Player의 경우에는 스트리밍을 시작하기 전에는 8MB 정도의 메모리를 사용하나 스트리밍을 시작하면 약 13.5MB 정도의 메모리를 사용하면서 스트리밍 서비스를 제공하는 것을 확인할 수 있다. 이후 탐색이 발생하면 현재의 네트워크 버퍼를 비우기 때문에 메모리 사용량이 약간 줄고 다시 약 13.5MB 정도의 메모리를 유지한다. KNUCS_Player가 GUI를 사용하지 않을 경우에는 GUI가 차지하는 4MB 정도의 메모리를 사용하지 않기 때문에 GUI를 사용할 경우보다 항상 4MB 정도의 메모리를 적게 사용함을 볼 수 있다. 그러므로 KNUCS_Player는 멀티미디어 데이터를 재생하기 위하여 필요한 양만큼만 사용함으로써 메모리 사용량이 상대적으로 다른 재생기들보다 적고 안정적이다. 이러한 결과로 볼 때 KNUCS_Player가 자원이 부족한 휴대용 재생 장치에 효율적으로 적용될 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 사용자 상호작용에 대하여 끊임없는 스트리밍 기법을 제안하였고 재생기에 적용한 결과를 기존 재생기와 비교 및 평가하였다.

기존 재생기들은 사용자 상호작용이 발생할 경우 스트림 백업 버퍼의 부재로 탐색이 발생할 경우 초기 버퍼링 크기만큼의 지연 시간이 발생한다. 그러나 본 논문에서 제시한 스트리밍 기법은 스트림 백업 버퍼를 사용함으로써 초기 버퍼링의 지연 시간을 줄이고 메모리를

효율적으로 사용하여 끊김없는 스트리밍을 제공한다. 이러한 특징으로 제안한 스트리밍 기법이 사용자 상호작용에 강인한 스트리밍 기법임을 알 수 있다.

향후 연구방향은 MPEG-4와 같은 다양한 사용자 상호작용을 지원하는 멀티미디어 데이터에 대한 스트리밍 기법의 개발이다.

참고문헌

- [1] B. Rose, "Home Networks: A Standards Perspective," IEEE Communications Magazine, Vol. 39, Issue 12, pp. 78-85, 2001.
- [2] F. C. Jeng, M. Jeanson, S-Y. Zhu, K.

Konstantinides, "Design of a Home Media Center with Network and Streaming Capabilities," Digest of Technical Paper on Int. Conf., pp. 102-103, 2002.

- [3] H. Schulzrinne, Real Time Streaming Protocol (RTSP), RFC 2326, 1998.
- [4] V. Nirkhe, M. Baugher, "Quality of Service Support for Networked Media Players," Digest of Paper on Comcon '95. Technologies for the Information Superhighway, pp. 234-238, 1995.
- [5] 박한성, 김경덕, 김상욱, "끊김없는 멀티미디어 재생을 지원하는 백업 버퍼링 기법", 한국멀티미디어학회 2005 가을학술발표논문집, Vol. 8, No. 2, 2005.