

하이브리드 IPTV를 위한 리치 미디어 프레임워크 개발

(Development of a Rich Media Framework for Hybrid IPTV)

성 민 영 [†]
(MinYoung Sung)

요약 최근 방송통신 융합의 경향에 따라 IP 네트워크 통신 기반의 주문형 미디어와 지상파, 케이블 등에 기반한 방송형 미디어를 모두 수용하는 하이브리드 IPTV가 주목을 받고 있다. 본 논문에서는 최신 H.264 코덱을 지원하는 하이브리드 IPTV를 위한 리치 미디어 프레임워크를 제안한다. 이를 위해 하이브리드 미디어를 다루는 TV에 최적화된 미디어 컴포넌트와 RIA 런타임 엔진을 개발한다. 미디어 컴포넌트는 RF 방송, IP 기반 저장된 미디어 및 라이브 미디어의 다양한 재생 방식에 대해 일관되면서도 효율적인 응용 인터페이스를 제공하도록 설계되었다. 특히, 성능과 이식성을 위해 미디어 컴포넌트는 미디어 스트림 추상화, 적응식 주문형 I-프레임 탐색, 재생시간 자동 계산 등을 채택하였다. 제안된 미디어 인터페이스를 기반으로 RIA 런타임 프로토타입을 개발하였다. RIA 런타임은 한정된 자원을 갖는 IPTV 환경에서의 최적화된 렌더링을 위해 프로세서의 내장 그래픽 가속기를 최대한 활용하도록 설계되었다. 개발된 프레임워크의 성능과 유용성을 검증하기 위해 시연 및 실험을 실시하고 그 결과를 제시한다. 제안된 프레임워크는 IPTV 기반 VOD, 광고, 교육 등의 응용에서 벡터 그래픽 및 하이브리드 미디어를 지원하는데 효과적으로 사용될 것으로 기대된다.

키워드 : IPTV, 하이브리드 미디어, 프레임워크, RIA

Abstract With the growing trends of communication- broadcasting convergence, a hybrid IPTV that supports both IP network-based on-demand media and terrestrial or cable-based broadcast media is gaining attraction. This paper proposes a rich media framework for hybrid IPTV with support of the latest H.264 codec. For this purpose, we design and implement a media component and a RIA run-time engine customized for TV with the hybrid media. The media component has been designed to provide a uniform and efficient application interface to the various playback methods for RF broadcast and IP-based stored or live media. For performance and portability, it exploits media stream abstraction, adaptive on-demand I-frame search, and automatic calculation of play duration. Based on the proposed media interface, we develop a RIA run-time prototype. It has been carefully designed to fully utilize the built-in graphic acceleration hardware for optimized rendering in the resource-constrained IPTV environments. Demonstration and experiment results validate the performance and usefulness of the developed framework. The framework is expected to be used effectively to support graphics and hybrid media in the applications of IPTV-based VOD, advertisement, and education.

Key words : IPTV, hybrid media, framework, RIA

· 본 논문은 상명대학교 2008학년도 교내연구비에 의하여 수행되었음.

[†] 정 회 원 : 상명대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 교수
mysung@smu.ac.kr
논문접수 : 2010년 2월 25일
심사완료 : 2010년 4월 5일

Copyright©2010 한국정보과학회 : 개인 목적이나 교육 목적인 경우, 이 저작물의 전체 또는 일부에 대한 복사본 혹은 디지털 사본의 제작을 허가합니다. 이 때, 사본은 상업적 수단으로 사용할 수 없으며 첫 페이지에 본 문구와 출처를 반드시 명시해야 합니다. 이 외의 목적으로 복제, 배포, 출판, 전송 등 모든 유형의 사용행위를 하는 경우에 대하여는 사전에 허가를 얻고 비용을 지불해야 합니다.

정보과학회논문지: 컴퓨팅의 실제 및 레터 제16권 제6호(2010.6)

1. 서론

애니메이션, 음향, 햅틱(haptics), 모션 인식 등 리치 미디어(rich media)에 기반한 사용자 경험 설계(user experience design)는 주요 사용자 인터페이스 트렌드이다. 이에 따라 어도비 플래시(Adobe Flash), 애플 아이폰(Apple iPhone) 등으로 대표되는 RIA(Rich Internet Application) 기술은 사용자 인터페이스를 넘어 소프트웨어 응용 플랫폼으로 자리 잡고 있다. 이들은 이제 PC 이외에 모바일과 멀티미디어 기기를 포함하는 임베

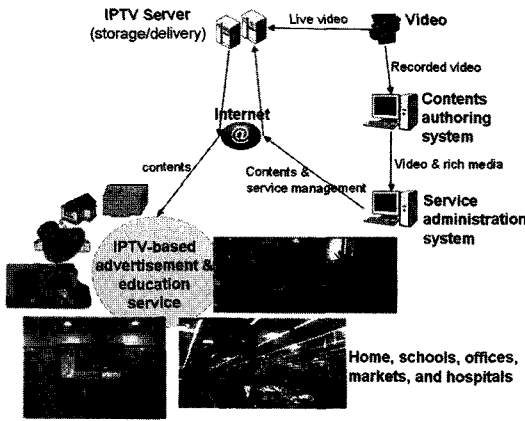


그림 1 IPTV 기반 광고 및 교육 시스템

디드 시스템에도 폭넓게 적용되고 있다.

특히, 리치 미디어를 지원하는 IPTV(Internet Protocol-based Televisions)는 타겟 광고(targeted advertisement), 에듀테인먼트(edutainment), VOD(Video-On-Demand) 등을 위한 이상적인 플랫폼으로서 주목을 받고 있다(그림 1참조)[1]. RIA 기반 IPTV는 중대형 매장, 병원, 학교, 회사 등의 공공장소에서 고품질의 광고와 뉴스를 전달하는데 효과적으로 사용될 수 있다. 이는 비디오, 웹, 텍스트, 애니메이션 등 다양한 미디어 소스들을 IP 네트워크를 통해 임의의 방식으로 제공하는 것을 허용한다. 따라서 기존 방송 방식의 비디오 광고에 대비해서 광고를 절감된 비용으로 제작하고 최소화된 지연으로 특정 대상에게 전달하는 것이 가능하다. 오락을 겸비한 교육 서비스 또한 TV와 결합된 RIA 기술이 효과적으로 활용될 것으로 기대되는 분야이다. IPTV 기반 교육 서비스는 개인 컴퓨터의 상호 작용성과 TV 매체의 조작 용이성 모두를 제공할 수 있다. 특히, RF(radio frequency) 방식 신호 송수신과 모션 센싱을 지원하는 리모컨과 함께 사용될 경우 이전에는 불가능했던 다양한 상용식 교육 콘텐츠의 창작을 가능하게 한다.

그러나 리치 미디어 기반 IPTV의 장점에도 불구하고 리치 미디어 기술은 IPTV에 널리 사용되지 못하였다. 그 이유 중 하나로 IPTV 응용을 위한 표준 API의 부재 및 플랫폼 이식의 어려움을 들 수 있다. 일반적으로 DTV 혹은 셋톱박스용 미디어 응용은 미디어 프로세서 제조사 고유의 복잡하고 호환성이 없는 라이브러리에 의존하여 개발되어 왔다[2]. 또한, DVB-MHP, OCAP 등 기존 표준은 방송형 미디어에 맞추어져 있으며 IPTV 표준은 아직 활발히 논의되고 있다[3,4]. 이에 많은 IPTV 서비스사 및 단말 제조사는 독자적인 API를 정의해 사용하는 실정이다. 이로 인한 소프트웨어 비호환성 및 낮은 이식성은 리치 미디어 콘텐츠의 폭넓은

채용을 제한해오고 있다. IPTV를 위한 리치 미디어 응용은 방송 및 IP 기반 미디어의 재생을 위한 특별한 프로그래밍 인터페이스를 요구한다. 이 API는 IPTV 환경에서 선호되는 MPEG TS(Transport Stream)와 같은 전송에 유리한 미디어 형식을 지원할 수 있어야 하며 콘텐츠 수준에서 스트림에 포함된 라이브 혹은 저장된 매체를 처리할 수 있어야 한다. 특히, 이는 RF 방송, 점진적 다운로드 및 재생(progressive download & play, 이후 D&P로 표기), 멀티캐스트 및 유니캐스트 스트리밍(multicast and unicast streaming) 등을 포함하는 다양한 미디어 재생 방식을 고려해야 한다.

미디어 프로세서의 처리 능력 제약 또한 RIA 기술의 채택을 어렵게 하고 있다. IPTV 용 미디어 프로세서는 디코딩 전용 하드웨어의 사용을 통해 고품질의 압축된 비디오를 처리하는데 탁월한 성능을 보인다. 그러나 이들 프로세서들은 가격 경쟁력을 위해 비교적 낮은 계산 능력의 RISC를 내장하고 있다. 그래픽 렌더링, 스크립트 처리 등 RIA가 요구하는 상당한 수준의 소프트웨어 복잡도는 IPTV 환경에서 만족되기 어렵다.

본 논문에서는 최신 H.264 코덱을 지원하는 하이브리드 IPTV를 위한 리치 미디어 프레임워크를 소개한다. 이를 위해, 하이브리드 미디어 재생을 위한 효율적인 응용 인터페이스를 설계하고 이를 지원하는 미디어 컴포넌트를 개발한다. 그리고 이 프로그래밍 인터페이스에 기반하여 IPTV를 지원하는 RIA 런타임 프로토타입을 개발한다. 실험 결과, 제안된 프레임워크는 한정된 자원을 갖는 IPTV 시스템에서 우수한 성능과 응용 상의 유연성을 보이는 것으로 나타났다.

2. 리치 미디어 프레임워크의 설계

본 논문에서 제안하는 IPTV를 위한 리치 미디어 프레임워크는 크게 IPTV 미디어 컴포넌트와 RIA 런타임 컴포넌트로 구성된다(그림 2 참조). 미디어 컴포넌트는 단말의 미디어 재생 관련 제반 기능을 담당하며 RIA 런타임, 웹 브라우저, 네이티브 GUI 등 응용을 위한 일관된 인터페이스를 제공한다. RIA 런타임은 어도비 플래시(Adobe Flash) 표준을 지원하며 콘텐츠 수준에서 IPTV 미디어를 제어할 수 있도록 확장되었다.

2.1 미디어 컴포넌트의 구조

미디어 컴포넌트는 서로 협력하는 다수의 단위 모듈들로 구현되며 이들은 크게 미디어 플레이어와 서비스 코어로 분류된다. 미디어 플레이어 모듈들은 D&P, 멀티캐스트, RF 튜너 기반 지상파 및 케이블 방송 등 하이브리드 IPTV 미디어를 지원한다. 이들은 다양한 미디어 전달 및 재생 방식에 대해 역방향 재생, 고속 재생, 임의 위치 재생, 녹화 등 고급 VCR 재생 기능을 제공

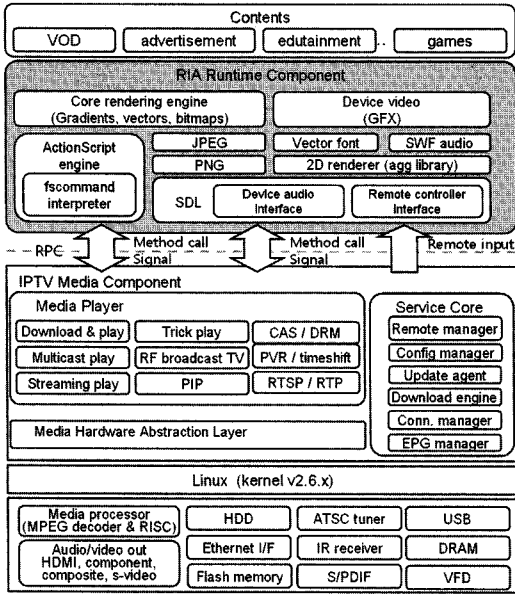


그림 2 IPTV를 위한 리치 미디어 프레임워크의 구성

한다. 또한, PIP(Picture-In-Picture), DRM, RTSP 등의 고급 셋톱 기능을 지원한다. 서비스 코어 모듈들은 미디어 전달, 시스템 관리 등의 기타 주요 기능들을 담당한다. 여기에는 영상 출력 설정, 네트워크 인터페이스 설정, D&P를 위한 미디어 다운로드, 리모컨 입력 처리 등이 포함된다.

미디어 컴포넌트는 높은 이식성을 위해 미디어 스트림 추상화를 제공한다. 저장된 미디어 및 라이브 미디어 모두 데이터 스트림 및 이에 대한 연산으로 정의된 추상화된 스트림 객체로 표현된다. 미디어 칩은 MHAL(Media Hardware Abstraction Layer) 인터페이스를 통해 미디어 객체를 전달받고 재생하며 D&P, DRM, CAS 등의 기능은 모두 미디어 컴포넌트 내부에 구현된다. 이러한 하드웨어 독립성은 다양한 미디어 프로세서 및 콘텐츠 보안 기술에의 플랫폼 이식을 용이하게 한다.

2.2 미디어 컴포넌트 인터페이스

리치 미디어 프레임워크는 응용 프로그램들과의 통신을 위해 원격 프로시저 호출과 출판-구독(publisher-subscriber) 형식의 시그널링을 지원하는 IPC(Inter-Process Communication)를 채택하고 있다. 이 고급 IPC는 D&P, 라이브 미디어에 대한 VCR 지원 등 미디어 관련 시나리오들을 효과적이며 유연하게 지원한다. 표 1은 미디어 컴포넌트가 제공하는 IPC 프리미티브들(primitives)을 보이고 있다.

IPC의 사용을 설명하기 위해 D&P를 예로 든다. 응용은 D&P 방식의 비디오 재생을 시작하고자 할 때 먼저 C_StartDownload를 호출하여 원격 서버로부터의 비디

표 1 미디어 컴포넌트의 주요 IPC 프리미티브들

이름	설명
C_OpenPlay	비디오, 오디오, 이미지 파일을 열고 재생을 시작한다. 재생 목록 매개변수는 파일 경로와 재생 순서를 지정한다. 응용은 매개변수들을 통해 초기 윈도우 위치, 재생 시작 위치, 음향 볼륨 등을 지정할 수 있다.
C_CommandPlay	재생을 제어한다. 명령 매개변수와 그에 따른 인자들을 통해 일시정지, 재생재개, 역재생, 고속재생, 임의재생 등을 지원한다.
C_ClosePlay	재생을 중단하고 관련 문맥을 닫는다.
C_SetVolume	볼륨 수준을 변경한다. 이전의 볼륨 수준은 리턴 인자로 제공된다.
C_TuneTV	라이브 채널에 튜닝한다. RF 튜너 및 IP 멀티캐스트 기반 미디어에 사용된다. 채널 매개변수는 지상파/케이블 TV의 경우 전파 주파수를, IPTV의 경우 멀티캐스트 IP 주소 및 포트 번호를 명세한다.
C_SetWindowSize	비디오 윈도우의 크기와 위치를 변경한다.
C_StartDownload	파일의 다운로드를 시작한다. 원격 저장소 및 로컬 저장 위치는 매개변수로 지정된다.
C_GetDLStatus	다운로드 세션의 상태(전체 파일 크기, 전송률, 다운로드된 크기 등)를 보고한다.
C_StopDownload	다운로드를 멈추고 세션을 닫는다.
C_StartRecord	채널의 녹화를 시작한다. 매개변수들은 녹화할 채널과 저장 파일의 경로를 명세한다.
C_StopRecord	채널 녹화를 멈춘다.
C_SetupNetwork	네트워크 인터페이스 구성을 설정한다.
C_SetupDisplay	디스플레이 출력 구성을 설정한다. 비디오 출력 해상도,纵横 비율(aspect ratio), 시그널 형식(NTSC, PAL) 등을 변경한다.
S_StatusChanged	플레이어 상태가 변경되었음을 통지한다. 이 신호는 주기적으로 혹은 플레이어가 모드나 재생 상태에 변화가 있을 때 생성된다. 플레이어가 모드로는 VOD(저장된 비디오 재생), IPTV(멀티캐스트 재생), RFTV 등이 있다. 재생 상태로는 REW_X4 (4 배속 역 재생), PLAY (정상 재생), PAUSE (일시 정지) 등이 있다. 이 신호의 주기적인 전달은 UI 업데이트에 유용하다.
S_EnteringStandby	시스템이 대기모드로 들어감을 알린다. 신호를 받은 응용들은 대기 상태에 대한 준비를 수행할 수 있다.
S_Wakeup	시스템이 대기모드에서 빠져나옴을 알린다.

이름의 'C'와 'S' 접두사는 원격 프로시저 호출과 시그널을 의미한다.

오 파일 다운로드를 요청한다. 이 때 원격 저장소 및 로컬 저장 위치에 대한 URL이 인자로 전달된다. 요청한 파일을 전송 받는 동안 응용은 C_GetDLStatus 호출을 통해 다운로드된 크기, 전체 파일 크기 등을 확인할 수 있다. 이는 프리버퍼링 기간 중 GUI 업데이트에 유용하다. 프리버퍼링 동안 응용은 광고, 영화 예고편과 같은 이미 다운로드된 파일들을 재생할 수도 있다. 충분한 프리버퍼가 존재하면 응용은 C_OpenPlay를 호출하여 재생을 시작한다.

설계된 IPC프리미티브들은 다양한 하이브리드 미디어에 대해 일관되고 통일된 인터페이스를 제공한다는 이점을 가진다. 특히, 멀티캐스트 스트림, RF 방송 등 라이브 미디어에 대한 VCR 기능 지원을 위해 컴포넌트 내부의 타임 시프트 재생(time-shifted play) 기능을 적절히 활용한다.

2.3 점진적인 다운로드 및 재생

프레임워크는 D&P 동안 낮은 네트워크 대역 또는 연결 단절로 인해 야기되는 버퍼 결핍 문제를 유연하게 처리하도록 설계되었다. 버퍼 결핍은 다운로드된 부분을 넘어서 재생을 시도할 때 발생한다. 이때 미디어 플레이

어는 일시정지 상태로 자동 전이한다. 버퍼 결핍에 의한 일시정지 상태를 “버퍼 포즈(buffer pause)” 상태로 정의한다. 버퍼 포즈로 전이하기 전에 미디어 컴포넌트는 드라이버 내부 버퍼의 고갈을 시도한다. 이를 위해 버퍼 내의 가장 큰 PTS(Presentation Time Stamp) 값과 화면에 출력된 프레임의 PTS값을 대조하여 버퍼 포즈로의 진입 여부를 결정한다. 버퍼 포즈에서 재생을 재개하는 것은 응용의 책임이다. 응용은 S_StatusChanged 시그널을 통해 버퍼 포즈로의 변경을 알게 되며 다운로드 상태를 체크하고 충분한 데이터가 존재할 때 재생 재개를 요청한다(C_CommandPlay).

3. 미디어 컴포넌트 및 RIA 런타임의 구현

3.1 전체 재생 시간 자동 계산

정확한 재생 시간은 미디어 정보의 표시뿐 아니라 임의 위치 재생, 고속 재생 등과 밀접하게 관련되어 있어 중요하다. 하지만 EPG와 같은 다른 세션에 의해 제공되지 않는다면 VBR(Variable Bit Rate) 인코딩된 MPEG TS 스트림의 정확한 재생 시간은 다운로드가 진행 중인 동안 파악하기 어렵다. 반면, 서버에서 미디어를 인코딩할 때 재생 시간을 계산하고 별도의 세션을 통해 전송하는 것은 운영상의 부담을 증가시키고 서버에의 종속성을 가중시키는 단점을 갖는다. 제안된 미디어 프레임워크는 임의의 시점 x 에서의 전체 재생 시간 예측 값 $T_{total}(x)$ 를 다음 수식에 기반하여 단순하고 효율적으로 계산한다.

$$T_{total}(x) = \frac{(P_x - P_{start}) \cdot L_{end}}{r \cdot L_x}$$

P_x, P_{start} : x 시점과 시작 시점에서의 PTS 값,
 r : PTS 정확도(resolution). 즉, 초당 카운트값,
 L_{end}, L_x : 파일의 전체크기와 x 시점에서의 파일 오프셋.
 $(P_x - P_{start})/r$ 은 x 시점까지의 재생 시간을 초 단위로 표현한 것이다. 따라서 $T_{total}(x)$ 는 임의의 시점까지의 재생 시간과 파일 오프셋을 바탕으로 전체 파일 크기에 선형 비례하여 전체 재생 시간을 계산한 것이다.

3.2 적응식 I-프레임 탐색 기반 MPEG TS 고속 재생

고속 재생을 위해 미디어 컴포넌트는 적응식 I-프레임 탐색 기법(adaptive I-frame search)을 지원한다. 디스크로부터 비디오를 읽는 작업은 비디오 파일의 다운로드, EPG 정보의 다운로드 및 추출, 라이브 채널의 녹화 등 다른 활동들에 의해 간섭을 받을 수 있다. 따라서 요구된 재생 속도를 지키기 위해서는 재생 태스크의 유효 디스크 처리량에 따라, 하나 혹은 그 이상의 I-프레임 처리를 생략할 필요가 있다. 이의 해결을 위해 디스크 작업 부하를 고려하여 프레임율을 적응시키는 적응식 I-프레임 탐색 기능을 설계하였다. 그림 3은 I-프레임

```

n_iframes; // # I-frames per sec for n_fast times fast play.
l_gop; // size of a GOP in bytes
n_skip; // # frames to skip out of n_iframes I-frames.
l_offset; // file offset for read

adaptive_iframe_init (n_fast)
// n_fast: playback speed. negative for reverse play.
begin
    Update n_fps from stream; // # frames per second
    Update n_gop from stream; // GOP length (# frames)
    Update l_gop from stream; // GOP size (bytes)
    n_skip = 0;
    n_iframes = max (1, n_fps * abs(n_fast) / n_gop);
    l_offset = current offset (in byte) for file read;
end

adaptive_iframe_read (n_fast)
begin
    if n_fast > 0
        l_offset = l_offset + l_gop;
    else
        l_offset = l_offset - l_gop;

    if buffer level is below predefined threshold
        n_skip = min (n_skip + 1, n_iframes - 1);
    else
        n_skip = max (n_skip - 1, 0);
    end if

    Pick a random integer, n_rand between 1 and n_iframes;
    if n_rand > n_skip
        Search for an I-frame starting at l_offset;
        Read I-frame into buffer
        Recompute l_gop;
        l_offset = file offset at the start of the I-frame;
    end if
end
    
```

그림 3 적응식 주문형 I-프레임 읽기에 대한 의사코드

임에 대한 색인이 존재하지 않을 경우를 위한 적응식 주문형 I-프레임 읽기에 대한 의사 코드(pseudo codes)를 보인 것이다. I-프레임 읽기 함수는 버퍼 수준에 따라 건너뛴 I-프레임의 개수를 조정한다. adaptive_iframe_init 함수는 고속 재생이 요구될 때 변수들을 초기화한다. adaptive_iframe_read 함수는 I-프레임 하나를 찾아서 버퍼에 읽어 들이는데 사용된다. 고속 재생 동안 이 함수는 초당 $n_iframes$ 번 불린다. 호출되면 버퍼 수준을 검사하여 건너뛴 I-프레임의 개수, n_skip 을 증가시키거나 감소시키며 I-프레임에 대한 탐색은 $n_skip/n_iframes$ 의 확률로 거른다. 결과적으로 이 시스템은 재생 속도 만족을 위해 노력하게 된다. 이는 재생 속도가 미디어 서비스의 주요 성능 척도라는 사실에 잘 부합한다.

색인 기반 방식과 비교했을 때, 주문형 I-프레임 탐색은 서버 측에서 색인을 생성, 전달하기 위한 운영 상의 추가 비용이 없으며 서버에의 의존성을 줄인다는 장점을 갖는다. 특히, 타임시프트, PVR과 같이 색인이 제공되지 않을 경우 매우 유용하다. 미디어 컴포넌트는 주문형 및 색인 기반 I-프레임 읽기 모두를 지원한다.

3.3 IPTV를 위한 RIA 런타임

RIA 런타임은 플래시 버전7과 액션스크립트2.0을 지

원한다. 이는 모바일 등 임베디드 시스템을 위한 일반적인 규격을 충족하는 것이며 IPTV용 광고, VOD, 교육 등의 응용 제작에 적합할 것으로 예상된다.

RIA 런타임은 미디어 프로세서에 내장된 그래픽 하드웨어를 충분히 이용하도록 설계되었으며 초기 프로토타이핑(early prototyping)을 위해 공개 소프트웨어를 활용하였다. 기존 RIA 런타임은 대부분의 렌더링 작업을 소프트웨어 방식으로 처리하고 있다. 이에 반해, 제안된 런타임은 빈번히 사용되는 연산을 내장된 하드웨어의 지원을 통해 수행하므로 상대적으로 고성능의 애니메이션을 제공할 수 있다. 이를 위해 비트블릿(bit-blit), 사각형 이동 및 채움 등 성능에 영향이 큰 2D 그래픽 연산을 파악하여 프로토타입을 정의한 후 하드웨어 의존적인 부분을 인터페이스 하였다. 이를 통해 그래픽 가속 하드웨어의 다양성에 따른 이식 부하를 최소화하였다. 기타 성능에의 영향이 작은 연산은 공개 소프트웨어인 AGG(Anti-Grain Geometry)를 사용하였다. 공개 소프트웨어는 이 밖에도 스크립트 처리, 오디오 처리, 폰트 처리 등에 폭넓게 사용되었다.

콘텐츠와 IPTV 미디어 기능과의 연동을 위해서는 fscommand 기능을 사용하였다. fscommand는 외부 프로그램 혹은 셸 명령의 실행을 허용하기 위한 플래시 규격이다. 개발된 런타임의 fscommand는 미디어 콤포넌트의 원격 호출과 시그널을 포함하도록 확장되었다.

4. 시연 및 성능 분석

4.1 실험 환경 및 시연

그림 4는 리치 미디어 프레임워크 개발에 사용된 테스트베드 하드웨어 사양과 구동 모습을 보인 것이다. RIA 런타임은 콘텐츠의 복잡도에 따라 5~20 fps의 렌더링 성능을 보였으며 콘텐츠 수준에서 하이브리드 미디어의 재생 제어를 원활하게 지원함을 확인하였다.

4.2 미디어 재생 성능

전체 재생 시간 예측 성능은 콘텐츠에 따라 다소 정

Items	Specification
Processor	SigmaDesigns SMP8634 (MIPS @300 MHz)
Video & audio codecs	MPEG-1&2 MP@HL, MPEG-4.10(H.264) BP@L3/MP@L4.1/HP@L4.1, WMV9/VC-1 MP@HL,MP3, AAC, AC3
Outputs	HDMI, component
Resolution	Up to 1920x1080p
RF Tuner	ATSC/ QAM-256
Memory	256 MB DRAM
Storage	160 GB IDE HDD
Network	100 Mbps Ethernet
OS	Linux 2.6.15



그림 4 IPTV 셋톱박스 사양 및 구동 모습

표 2 비디오 속성 요약 및 재생시간 예측 결과

No.	Title	Resolution	Genre	Duration
1	2012	1024x1088	Action	2h 37m 49s
2	Ice Princess	720x480	Family	1h 38m 29s
3	Santana Live 2007	1280x720	Musical	0h 56m 41s
4	Transporter 3	1024x1088	Action	1h 43m 23s

No.	Frame rate(fps)	Bit rate (Mbps)	GOP length (# frames)	GOP size ^a (KB)	I-frame size ^a (KB)
1	29.97	4.41	15	282.4 (129.6)	45.9 (18.6)
2	29.97	1.69	15	108.2 (26.1)	19.7 (5.1)
3	25.00	4.12	15	316.5 (79.9)	52.9 (11.4)
4	24.00	3.16	15	251.6 (98.0)	43.3 (14.6)

No.	Estimated duration (s) according to download progress									
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1	8680 (0.92)	8290 (0.88)	8600 (0.91)	8145 (0.86)	7778 (0.83)	8175 (0.87)	8730 (0.93)	9085 (0.96)	9171 (0.97)	9420 (1.00)
	4860 (0.83)	5045 (0.86)	5207 (0.89)	5298 (0.90)	5436 (0.92)	5512 (0.94)	5563 (0.95)	5611 (0.95)	5676 (0.97)	5880 (1.00)
3	2920 (0.87)	3035 (0.90)	3137 (0.93)	3170 (0.94)	3176 (0.95)	3248 (0.97)	3290 (0.98)	3299 (0.98)	3333 (0.99)	3360 (1.00)
	4580 (0.74)	5560 (0.90)	5837 (0.94)	5753 (0.93)	5762 (0.93)	5777 (0.93)	5821 (0.94)	5978 (0.97)	5989 (0.97)	6180 (1.00)

a. GOP size와 I-frame size는 평균과 표준편차(괄호내)를 보였다.

확도의 편차를 가졌으나 전반적으로 양호하였다. 표 2는 실험에 사용된 4개의 비디오 파일에 대해 속성과 재생 시간 예측 실험 결과를 요약한 것이다. 비디오 파일들은 상용 IPTV 서비스에 사용되는 인코딩 환경을 반영하였다. 예상대로 정확도가 비교적 낮은 콘텐츠(표의 1번)는 영상의 변화가 심하고 비트율의 변화가 큼을 알 수 있었다. 전반적으로 다운로드 진행도가 30%를 넘게 되면 약 90% 정확도를 가졌으며 70% 이상 다운로드되면 정확도는 95% 이상이었다.

적용식 I-프레임 탐색 기법은 요청된 재생 속도를 만족시키는데 크게 기여하는 것으로 나타났다. 그림 5는 기존 주문형 및 색인 기반 I-프레임 읽기인 SO(S-

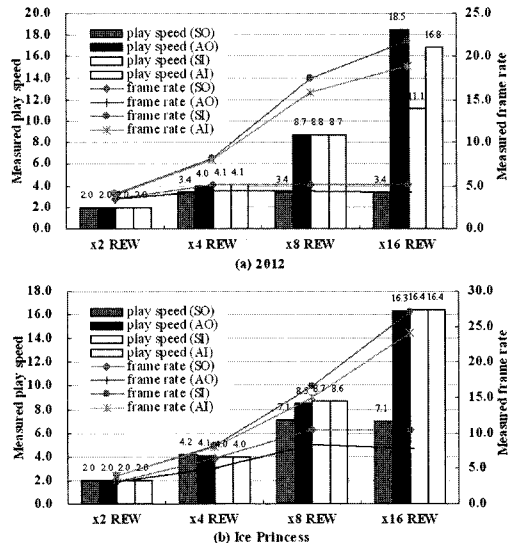


그림 5 I-프레임 탐색 방식에 따른 역재생 속도

raightforward On-demand), SI(Straightforward Index-based) 방식에 대해 적응식 탐색을 적용한 AO(Adaptive On-demand), AI(Adaptive Index-based) 기법의 성능 개선을 보인 것이다. 버퍼 크기는 10MB, 적응식 탐색에서 n_skip 증감을 위한 버퍼 수준(predefined threshold)은 2%로 설정하였다. 실제 재생속도는 매 초마다 출력된 프레임의 PTS 값을 기록하여 단위 시간 구간별 재생 속도를 측정하고 이들의 평균을 구하였다. 실험 결과는 적응식 탐색이 높은 비트율의 비디오에 대한 고속 재생에 대해서도 요구된 재생 속도를 잘 지키고 있음을 보이고 있다. 특히, 적응식 주문형 탐색은 비 적응식 색인 기반 탐색보다도 높은 성능을 보였다.

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 하이브리드 IPTV를 위한 리치 미디어 프레임워크를 소개하였다. 높은 성능 및 이식성을 위해 적응식 주문형 I-프레임 탐색, 재생 시간 자동 계산, 그래픽 가속 기반 리치미디어 렌더링 등을 제안하였으며 실험을 통해 유용성과 성능을 검증하였다. 개발된 프레임워크는 자원이 한정된 IPTV 시스템에서 고성능의 벡터 그래픽과 미디어 재생 기능을 제공하는데 효과적으로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] T. Kim and H. Bahn, "Implementation of the Storage Manager for an IPTV Set-Top Box," *IEEE Trans Consumer Electronics*, Nov. 2008.
- [2] SMP8630 Series, <http://sigmadesigns.com>.
- [3] S. Morris and A. S.-Chaigneau, "Interactive TV Standards," Focal Press, 2005.
- [4] J. Maisonneuve, et al., "An Overview of IPTV Standards Development," *IEEE Trans. Broadcasting*, vol.55, no.2, 2009.



성 민 영

1995년 서울대학교 컴퓨터공학과 학사
 1997년 서울대학교 컴퓨터공학과 석사
 2002년 서울대학교 전기컴퓨터공학과 박사. 2002년~2006년 삼성전자 소프트웨어연구소 책임연구원. 현재 상명대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 조교수. 관심분야는 실시간 시스템, 멀티미디어 미들웨어 등