

휴대 전화에서 소프트웨어 기반의 비디오/오디오 플레이어

정진환, 한상범, 류은석, 유혁
고려대학교 컴퓨터학과
e-mail : jhjeong@os.korea.ac.kr

Software Based Video/Audio Player on Mobile Handset

Jin-Hwan Jeong, Sang-Beom Han, Eun-Seok Ryu, Chuck Yoo
Dept. of Computer Science, Korea University

요 약

최근의 휴대 전화는 단순한 음성 통신 기기 역할 뿐만 아니라 데이터 통신 기기로도 쓰이고 있으며, CDMA-2000 망 보급으로 인하여 데이터 통신 대역폭이 멀티미디어 데이터를 처리 할 수 있을 만큼 증대 되었다. 하지만 휴대 전화는 하드웨어 성능이 음성 통신 기기로 최적화 되어 있고 매우 단순화된 실시간성 운영체제로 인해 이러한 대역폭을 활용할 수 있는 소프트웨어 방식의 비디오/오디오 플레이어 개발이 매우 힘들다. 특히, CDMA 방식의 휴대 전화에 사용되는 비선점형 운영체제인 REX 에서는 선점형 운영 체제에 적합한 다중 스레드 구조의 멀티미디어 응용 프로그램 제작이 어렵다. 또한, 널리 사용되는 비디오/오디오 표준(MPEG-x, H.26x, 등등)은 압축 최우선의 방식으로써 계산량이 매우 크기 때문에 휴대 전화에서 하드웨어 도움 없이 소프트웨어로만 재생하기에는 적합하지 않다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 먼저 휴대 전화의 하드웨어 자원과 시스템에 적합한 비디오/오디오 코덱에 대해 간략히 알아 보고 비디오/오디오 동기화를 위해 이에 적합한 시스템 디코더와 소프트웨어 플레이어 구조를 제안한다. 또한 실제 휴대 전화에 적용하여 그 성능을 측정 한다.

1. 서론

휴대 전화는 음성 통신 도구뿐만 아니라 데이터 통신 기기로 그 역할이 증대 되고 있다. 초기의 CDMA[1] 휴대 전화는 데이터 통신을 위한 대역폭이 14.4Kbps 였지만 최근 무선 통신망의 기간 산업의 발전으로 인해 그 대역폭이 2Mbps[1, 2]로 늘어났다. 이 대역폭은 H.26x[5]나 MPEG-x[6]와 같은 멀티미디어 콘텐츠를 전송할 만한 충분한 양이며, 이러한 결과로 휴대 전화를 멀티미디어 서비스 기기로 사용하려는 요구가 점점 커지고 있다.

대역폭 자체로만 보았을 때 휴대 전화는 멀티미디어 기기로써 충분하지만 전송 오류가 빈번한 무선을 이용한다는 것과 휴대 전화의 하드웨어 자원이 빈약하다는 것 때문에 멀티미디어 서비스를 제공하기가 힘들다. 무선 네트워크 제약 사항은 현재 여러 곳에서 매우 활발한 논의가 되고 있는 것으로써 본 논문에서는 이 보다는 후자에 해당하는 하드웨어 자원의 제약 사항에 대한 문제점을 해결하고자 한다.

ARM7TDMI[3]는 CDMA-2000 1x 휴대 전화에서 사

용되는 프로세서이다. 보통의 상태에서는 13.5MHz 로 동작하며 전화가 연결 되면 27MHz 로 동작하게 된다. 휴대 전화의 특성상 이 프로세서는 전화 연결 상태뿐만 아니라 보통의 상태에도 기지국 탐색, 전화 연결 대기 작업 등등 휴대 전화 자체 관리에 필요한 여러 작업들을 수행한다. 13.5MHz - 27MHz 라는 낮은 수행 속도로 동작하는 것에 유지 관리에 필요한 작업도 하기 때문에 이러한 프로세서에서는 MPEG-1 의 경우 초당 1 프레임도 재생할 수가 없다. 이것은 휴대 전화에서는 압축 최우선으로 하는 여러 표준 비디오 포맷은 소프트웨어 방식으로 해결하기 매우 힘들음을 암시한다.

휴대 전화의 운영체제 또한 멀티미디어 프로그램 실행에 충분한 환경을 주지 못한다. 비선점형 운영체제를 사용하기 때문에 멀티미디어 프로그램은 다른 실시간 작업들과 유기적으로 잘 협동해야(Cooperative) 하며 지나치게 프로세서를 오래 점유해서는 안 된다. REX 는 다중 스레드를 지원해 주지 않고 중요 API 들이 대부분 재진입을 고려하여 구현되지 않았기 때문에 멀티미디어 프로그램 자체가 비디오/오디오 재생과

동기화를 담당해야 한다.

본 논문에서는 위에서 언급한 저성능 프로세서와 운영체제, 그리고 휴대 전화 시스템에 적합한 소프트웨어 방식의 비디오/오디오 플레이어 구조를 제안하고자 한다. 저성능 프로세서를 위해서는 먼저 최소한의 프로세서 자원을 소모하면서 압축을 높일 수 있는 비디오/오디오 코덱에 대해 알아 본다. 그리고 휴대 전화 운영 체제와 시스템을 고려한 비디오/오디오 플레이어 구조를 설명 한다.

논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2 장에서 간략한 배경 설명과 관련 연구에 대해 알아 보고 3 장에서는 휴대 전화에 적합한 비디오/오디오 코덱에 대해 짧게 언급하고 제안된 플레이어 구조에 대해 설명한다. 4 장에서 구현 및 성능 평가를 하고 마지막으로 5 장에 결론을 맺는다.

2. 배경 설명 및 관련 연구

휴대 전화의 프로세서에 적합한 비디오/오디오 코덱에 대해 알아 보기 전에 ARM7TDMI 에 대해 알아 볼 필요가 있다.

ARM7TDMI 는 RISC 기반의 32-bit 프로세서로서 32-bit 명령어뿐 만 아니라 이진 명령어의 크기를 줄이기 위해 16-bit 명령어도 처리 한다. 캐쉬를 갖추고 있지 않기 때문에 명령어 처리를 위해 매번 ROM 혹은 RAM 을 접근해야 한다는 것도 특징이다.

앞서 언급했듯이 휴대 전화 유지 관리와 기지국 탐색을 위한 작업이 항상 수행되기 때문에 ARM7TDMI 프로세서의 유휴 시간은 불과 1 - 2 MIPS(MSM-5000 의 경우)에 불과하다. 때문에 비디오/오디오 디코더의 연산량이 휴대 전화에서는 매우 중요하다.

위와 같은 문제점을 해결하기 위해 연구된 방법은 하드웨어적인 해결법이다. 비디오/오디오 재생을 위해 특정 미디어 프로세서를 휴대 전화에 추가로 장착하는 것이다. 추가적인 하드웨어를 이용하였기 때문에 주 프로세서의 자원을 소모하지 않고 비교적 좋은 품질의 비디오/오디오 재생이 가능하다는 장점이 있다. 하지만 특정 포맷을 위해서 특정 미디어 프로세서가 사용되기 때문에 유연성이 떨어지며 추가적인 하드웨어로 인해 비용이 상승되며 휴대 전화의 가장 중요한 자원인 전력 문제도 야기 된다.

3. 소프트웨어 방식의 비디오/오디오 플레이어

3.1 비디오/오디오 코덱

휴대 전화용 소프트웨어 방식의 비디오/오디오 코덱은 압축률도 중요하지만 가장 중요한 점은 연산량이 적어야 한다는 것이다. 이를 위해 특히 상당한 연산을 필요로 하는 비디오 코덱의 연산량에 대해 알아 보고자 한다.

일반적으로 널리 알려진 비디오 코덱은 블록 기반의 압축 방식으로써 트랜스폼 코딩, 양자화, 엔트로피 코딩의 과정을 거친다. 가령 MPEG-x 나 H.26x 의 경우 DCT 변환, 양자화, 허프만 변환을 하게 된다. 이제 가지의 주요한 코딩에서 연산량을 알아 보기 위해

MPEG-1 파일을 분석하였다. 각 항목에서 Frame 은 I, P, B 프레임 별로 구분해 놓은 것이고 Huff 는 허프만 디코딩, IDCT 는 DCT 디코딩, MC 는 움직임 보상, Color 는 RGB 칼라 변환을 뜻한다. 컨텐츠는 초당 30 프레임으로 재생되며 파일 이름은 압축률을 뜻한다. 측정 환경은 246MHz 의 UltraSparc II CPU 이며 단위는 ms 이다.

표 1 QCIF 크기의 MPEG-1 파일의 CPU 시간

Clip	Frame	Huff	IDCT	MC	Color
31.mpg	I	0.5	7	0	2
	P+B	1	2	2	2
	Avg.	0.9	2.4	1.8	2.0
12.mpg	I	0.5	10	0	2
	P+B	1	6	2	2
	Avg.	0.9	6.3	1.8	2.0
7.mpg	I	0.5	11	0	2
	P+B	1	7	2	2
	Avg.	0.9	7.3	1.8	2.0

표 1 에서 보듯이 IDCT 가 매우 많은 연산을 필요로 함을 알 수 있다. 특히 압축률이 낮아질수록 상대적 인 요구량이 커지고 있다. 휴대 전화는 화면 크기 (Sub-QCIF)가 작기 때문에 일반적(CIF 크기)으로 기대 되는 압축률보다 실제 떨어진다. 따라서 DCT 의 영향이 더욱 커지게 되는 것이다. 이러한 점 때문에 소프트웨어 방식의 비디오 코덱이 휴대 전화에서 힘들다.

DCT 는 그 특성상 필요 계산이 정해져 있기 때문에 최적화에 한계가 있다. 때문에 트랜스폼 코딩 자체를 보다 효율적으로 압축률과 계산량 측면에서 조절 할 수 있는 것으로 바꾸어야 한다. 본 논문에서는 DCT 코딩 다음으로 많이 쓰이는 Wavelet[7] 코딩을 사용 하였다. Wavelet 코딩은 어떤 기본 함수를 사용하느냐에 따라 필요 연산량과 압축률을 조절할 수 있다. 경우에 따라서는 DCT 보다 더 많은 연산을 하여 보다 높은 압축률과 화질을 얻을 수 있고 반대로 압축률은 다소 낮더라도 연산량을 크게 줄일 수도 있다. 특히 HAAR[8] Wavelet 의 경우 매우 간단한 덧셈 연산만으로 압축을 하는 함수로 알려져 있다.

이러한 관점에서 볼 때 휴대 전화에 적합한 비디오 코덱은 Wavelet 코딩이 적합하며, 본 논문에서는 플레이 어 구조를 제안하기에 앞서 Wavelet 코딩을 비디오 코덱의 트랜스폼 코딩 방식으로 사용하였다.

오디오 코덱은 PCM 에서 ADPCM, MPEG-1 Layer I, II, III, 그리고 AAC 코덱 등 여러 가지가 있다. 비디오 코덱과는 달리 오디오 코덱은 휴대 전화라는 특수한 환경으로 인해 기본적인 코덱을 사용하면 된다. 다시 말하면, 휴대 전화는 기본적으로 음성 통신 기기이기 때문에 하드웨어 방식의 EVRC(Enhanced Variable Rate Codec)를 내장하고 있다. 따라서 오디오 코덱으로는 EVRC 코덱을 사용하는 것이 압축률 측면에서나 연산량 측면에서 적합하다. 특히, 휴대 전화에서 EVRC 코덱은 하드웨어 수준의 에러 검출 및 교정 기능까지 있기 때문에 스트리밍에서도 장점이 있다.

3.2 비디오/오디오 플레이어 구조

대부분의 CDMA 휴대 전화에서는 운영체제로 실시간 특성을 가진 비선점형 운영체제인 REX 를 사용한다. REX 는 인터럽트 처리, 태스크 스케줄링 등과 같은 기본적인 것만 수행하고 실제 작업은 각각의 태스크가 담당한다. 또한 비선점형 특성으로 인해 하나의 태스크가 오랜 시간 프로세서를 점유하게 되면 Watch-Dog 이 시스템을 리셋 시키게 되어 있다. 보통의 경우 REX 는 인터럽트나 이벤트가 발생하면 해당 태스크의 Queue 에 작업을 넣고 비동기식으로 처리한다. 따라서 유휴 상태에는 휴대 전화 유지와 사용자 입력을 처리 하기 위해 UI 태스크가 실행되고 전화 연결이나 기지국 탐색 등등 각각의 태스크가 작업을 수행한다.

UI 태스크는 항상 수행되는 태스크로써 사용자 입력 처리, 휴대 전화 기본적 유지 관리, 그리고 멀티미디어에 중요한 LCD 를 관리 한다. 뿐만 아니라 UI 태스크에서는 파일 입출력, 통신과 같은 다른 시스템 자원을 사용할 수 있는 API 가 제공되어 있다. 따라서 멀티미디어 기능이 UI 태스크의 일부로 구현이 된다면 다른 API 를 사용하며 LCD 를 다룰 수 있다. 따라서 본 연구에서는 비디오/오디오 플레이어를 UI 태스크의 라이브러리 형태로 하였다. 아래 그림은 이러한 구조를 도식화 한 것이다.

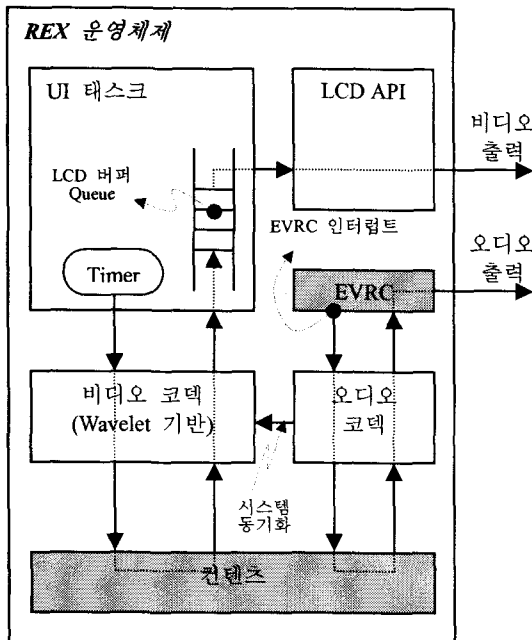


그림 1. 비디오/오디오 플레이어 구조

위 그림에서 회색 상자를 제외 하고 나머지 부분은 UI 태스크이다. 오디오 코덱은 실제 EVRC 가 코덱 역할을 하고 EVRC 하드웨어를 호출하는 인터페이스이다.

비디오/오디오 플레이어는 비선점형 운영체제와 쓰레드를 지원하지 않는다는 점 때문에 기본 구동으로써 타이머를 사용하였다. 즉, 일정 주기로 타이머가 실행되고 그 때마다 비디오 디코더는 디코딩을 시작한다. 이 때 하나의 주기에 진입점에서 시간을 기록하고 디코딩 중에 연산 시간을 점검하여 Watch-Dog 에 해당되지 않게 해서 디코더를 빠져 나와야 한다. 디코더는 디코딩의 결과를 UI 태스크의 프레임 버퍼에 저장한다. 그리고 또 다른 타이머를 이용하여 LCD 에 출력을 하게 된다.

오디오 코덱의 경우는 비디오 코덱과는 달리 타이머를 이용하지 않는다. EVRC 하드웨어는 50ms 단위로 디코딩하고 출력하기 때문에 50ms 단위로 인터럽트가 발생한다. 인터럽트가 발생하면 인터럽트 핸들러에 50ms 에 해당되는 EVRC 오디오 데이터를 넘겨 주면 디코딩이 된다. EVRC 는 별도의 태스크이기 때문에 프로세서의 도움 없이 디코딩이 되며 이와 동시에 프로세서는 다른 태스크를 수행 시킬 수 있다.

비디오/오디오 동기화는 일반적인 비디오/오디오 플레이어처럼 오디오 코덱이 시스템 시간을 관리 한다. 특히, 오디오 코덱은 인터럽트 기반의 EVRC 이기 때문에 50ms 의 해상도로 정확하게 시스템 시간을 갱신할 수 있다. UI 태스크는 이 시스템 시간을 참조하여 프레임 버퍼에 저장된 비디오 데이터를 LCD 에 출력해 주면 된다.

4. 구현 및 성능 평가

비디오/오디오 플레이어는 휴대 전화를 목표 시스템으로 하여 설계 되었기 때문에 PC 에서의 구현 및 성능 평가는 큰 의미가 없다. 때문에 구현 및 평가는 실제 목표 시스템에서 이루어졌고 측정 되었다.

휴대 전화에서는 성능 측정을 위한 신뢰성 있는 도구가 없기 때문에 프로세서 성능 측정을 하기가 매우 힘들다. 본 논문에서는 성능 측정을 위해 ARM Profiler 를 사용하였다. 이것은 실제 휴대 전화에 올라가는 이진 코드를 입력 받아 시뮬레이션 시켜 수행 시간을 간접적으로 측정하는 것이다. 다시 말해, 컴파일 된 플레이어 이진 코드와 인코딩 된 콘텐츠를 ARM Profiler 를 이용하여 수행시키면 플레이어 수행에 필요한 기계 명령어 수와 프로세서 시간을 주기 단위로 출력해 준다.

아래 그림 2 는 20:1 과 141:1 로 압축된 콘텐츠를 디코딩 하는데 필요한 ARM 이진 명령어 수이다. 그림에서 첫 번째 프레임의 필요 명령어 수가 높은 것은 첫 번째 프레임은 기준 프레임이기 때문이며 중간에 적은 명령어를 필요로 하는 경우는 기준 프레임을 참조하는 블록이 많음을 의미한다.

그림에서 보다시피 압축률이 낮을수록 보다 많은 명령어를 필요로 한다. 압축률이 낮다는 것은 기준 프레임의 수가 많다는 것을 의미하고 이것은 더 많은 연산을 필요로 한다는 뜻이기 때문이다. 하지만 비록 압축률이 낮더라도 다른 어느 비디오 표준에서 필요로 하는 연산량보다 현저히 적다. 하지만 압축률이 낮더라도 프레임당 평균 80000 개의 기계 명령어

만 디코딩하는데 필요하다.

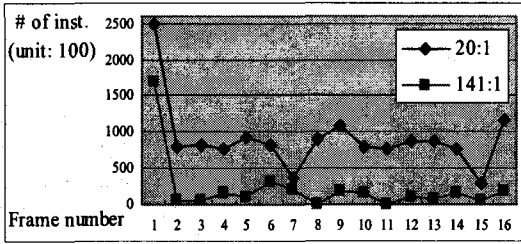


그림 2. 비디오/오디오 플레이어 성능

그림 3 은 소프트웨어 방식의 비디오/오디오 플레이어를 실제 휴대 전화에 구현된 모습이다. 실험 휴대 전화는 SCH-X430[4] 모델로써 ARM7TDMI 를 사용하는 MSM-5000 칩을 사용하며 LCD 는 12bits 색상을 사용한다. SCH-X430 에서는 휴대 전화의 고유 기능을 모두 사용하면서 초당 6-8 프레임의 재생 능력을 보여 주었다.

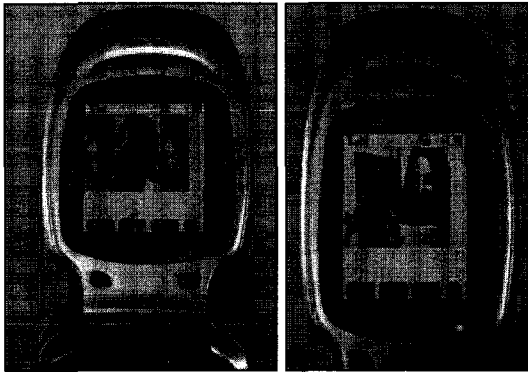


그림 3. 비디오/오디오 플레이어

5. 결론

흔히 휴대 전화에서 멀티미디어 서비스를 하는데 있어 가장 어려운 점은 제한된 네트워크 대역폭과 빈번한 전송 오류로 알려져 있다. 하지만 최근에 CDMA-2000 망 보급으로 인해 네트워크 대역폭은 충분히 커졌고 이보다는 오히려 휴대 전화의 처리 속도가 멀티미디어 서비스를 하는데 걸림돌이 되고 있다. 보다 빠른 프로세서는 휴대 전화의 중요한 자원인 전력을 많이 소모한다는 것과 충전지의 발전 속도는 매우 느리기 때문에 휴대 전화에 고속의 프로세서를 사용할 수도 없다. 그리고 휴대 전화는 REX 라는 비선점형 운영 체제의 사용으로 인해 PC 에서 흔히 사용되는 다중 쓰레드 방식의 비디오/오디오 동기화 구조를 사용하기 힘들다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 휴대 전화에 적합하게 비디오/오디오 코덱을 수정하였다. 이 코덱의 수정 방향은 어느 정도의 압축률을 유지하면서 연산량을 최소로 하는 것을 목표로 하고 있다. 그리고 휴대 전화의 특수한 환경을 고려한 플레이어

구조를 제안하고 이에 대해 실제 휴대 전화에 적용함으로써 그 유용성을 살펴 보았다.

구현 및 실험을 통해 휴대 전화용 소프트웨어 기반의 멀티미디어 응용 프로그램은 무선 환경이라는 것뿐만 아니라 프로세서를 비롯한 하드웨어의 성능에 최적화 하는 것이 중요하며, 응용 프로그램 제작에 있어서도 휴대 전화의 하드웨어 특성에 맞는 플레이어 구조와 코덱의 선택도 중요함을 알 수 있었다.

참고문헌

- [1] Qualcomm Corp. <http://www.qualcomm.com>
- [2] SK Telecom. <http://www.sktelecom.com>
- [3] ARM Ltd. <http://www.arm.com>
- [4] Samsung Electronics Co., Ltd. <http://www.sec.co.kr>
- [5] ITU-T, Video Coding for Low Bit Rate Communication, ITU-T Recommendation H.263.
- [6] D. Legall, "MPEG - A Video Compression Standard for Multimedia Application," *Communications of the ACM*. April 1991.
- [7] Amara Graps. "An Introduction to Wavelets," *IEEE Computational Science and Engineering*, 1995.
- [8] Colm Mulcahy. "Image compression using the haar wavelet transform." *Spelman Science and Mathematics Journal*, 1(1):22-31, 1997.