

AAC/MP3 복합 복호화기를 이용한 오디오 플레이어의 구현

서정일, 장대영, 홍진우
한국전자통신연구원 방송미디어연구부

Implementation of Digital Audio Player using AAC/MP3 Decoder

JEONG-IL SEO, DAE-YOUNG JANG, JIN-WOO HONG

Electronics and Telecommunications Research Institute

Broadcasting Media Technology Department

seoji@etri.re.kr, dyjang@etri.re.kr, hjw@etri.re.kr

요약

본 논문에서는 ETRI와 연세대가 공동 개발한 AAC/MP3 복합 복호화기 ASIC 칩을 이용한 AAC/MP3 오디오 플레이어의 설계 및 구현에 대해 기술한다. 본 논문에서 사용한 AAC/MP3 복합 복호화 ASIC Chip은 20비트 고정소수점 DSP 코어를 이용하여 MP3와 MPEG-2 AAC LC 프로파일을 복호화하며, MPEG-2 AAC 메인 프로파일을 실시간으로 복호화하기 위하여 허프만 복호화 과정과 예측 과정은 전용 하드웨어 모듈을 이용하였다. 이를 이용한 오디오 플레이어는 AAC/MP3 파일 재생 기능, USB를 이용한 호스트 PC와의 인터페이스 기능, Flash 메모리와 인터페이스 기능 등의 특성을 갖는다.

1. 서론

MPEG(Moving Picture Expert Group)에서는 비디오 압축 방식 뿐만 아니라 오디오 압축 방식에 대한 규격들도 제정하였다. MPEG-1에서는 2채널(스테레오) 오디오 음원을 압축하는 방식에 대하여 3계층의 방법으로 규격을 정의하고 있다[1]. 3계층 중 3번째 계층(Layer III)이 현재 인터넷과 휴대용 디지털 오디오 플레이어에 널리 사용되고 있는 "MP3"이다. MPEG-2에서는 2채널을 확장하여 멀티채널 오디오 신호에 대한 규격을 정의하였다[2].

MP3는 스테레오 128kbps의 비트율에서 CD와 유사한 음질(transparent quality)을 나타내었다. 그러나, MPEG-1과의 호환성(Backward Compatibility)을 유지하면서 합성음질과 압축율을 향상시키는데 한계점이 나타나게 되었다. MPEG에서는 압축율과 합성음질을 혁신적으로 개발한 MPEG-2 Advanced Audio Coding (AAC)를 새로운 오디오 규격으로 제안하였다[3]. MPEG-2 AAC는 현재까지 개발된 오디오 부호화 방식 중 가장 최신의 기술이며, 압축 성능 및 음질면에서도 다른 방식들보다 우수하다고 알려져 있으며, 제한된 대역폭을 갖는 분야로부터 고품질을 요구하는 응용분야까지 적용할 수 있는 특징을 갖고 있다. ITU-R 권고 BS.116에 의한 주관 품질 결과 채널당 64kbps의 비트율에서 원음과 비교하여 "구별할 수 없음 (indistinguishable)"의 등급을 획득한 유일한 오디오 압축 알고리즘이다[4].

본 논문에서는 ETRI와 연세대가 공동 개발한 AAC/MP3 복합 복호화기 ASIC 칩을 이용한 AAC/MP3 오디오 플레이어를 설계하였다. 본 논문에서 사용한 AAC/MP3 복합 복호화기는 20-bit 고정 소수점 DSP 코어 모듈과 특정한 연산을 반복 수행하는 전용 하드웨어 모듈로 최적화된 복호화 시스템을 구성하였다.

구현된 복호화 시스템은 MP3와 AAC 비트열을 2채널의 오디오 신호로 실시간 복호화하며 메인 프로파일

AAC 비트열을 복호화하기 위하여 전용 하드웨어 모듈을 이용하였다. 표본화 주파수는 32, 44.1 48KHz를 지원한다.

본 논문에서는 Trumpion사의 8-bit USB 마이크로 컨트롤러인 T33520을 이용하여 AAC/MP3 오디오 플레이어를 설계하였다[5]. T33520내의 내장된 USB 인터페이스 블록과 플래쉬 메모리 인터페이스 블록, GPIO 인터페이스 블록들을 이용하여 호스트 PC로부터 MP3나 AAC 파일을 다운로드 받아서 플래쉬 메모리에 저장한 후 재생할 수 있도록 하드웨어와 제어 프로그램을 설계 및 구현하였다. 또한, 본 논문에서는 AAC/MP3 오디오 플레이어의 음질 테스트도 수행하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 AAC/MP3 복합 복호화기의 구성과 특징에 대하여 설명하고, 3장에서 본 논문에서 설계한 AAC/MP3 오디오 플레이어의 구조와 기능에 대하여 설명한다. 4장에서는 구현된 플레이어의 테스트 결과에 대하여 설명하고 마지막으로 결론을 맺는다.

2. AAC/MP3 복합 복호화기

그림 1에 나타난 ETRI와 연세대가 공동 개발한 AAC/MP3 복합 복호화기(EMAD2000)는 DSP 코어부와 전용 하드웨어 모듈부, 비트열 입력부, 비트열 출력부, 저장부로 구성되며, AAC 복호화기 구조는 그림 2와 같이 DSP 코어내의 프로그램으로 처리하는 부분과 전용 하드웨어로 처리하는 부분으로 구성된다. 각 부분들에 대한 설명은 아래와 같다.

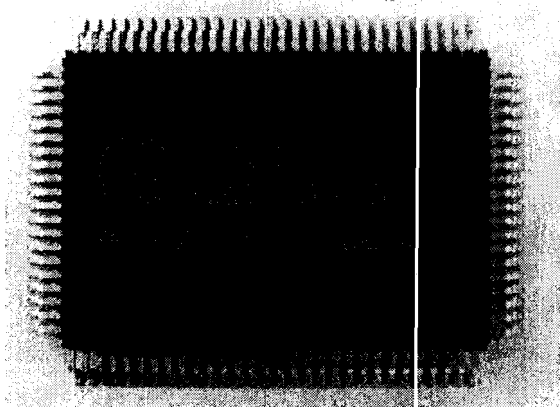


그림 1. AAC/MP3 복합 복호화기

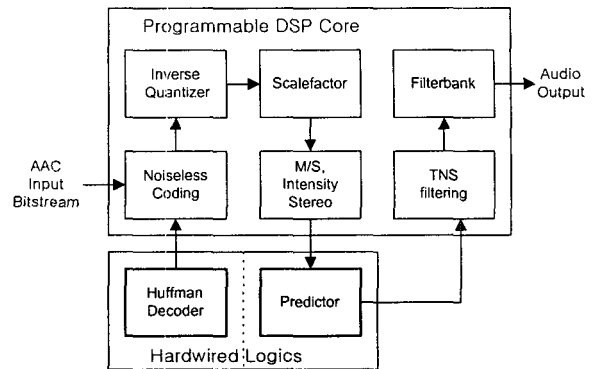


그림 2. AAC 복호화기의 구성도

2.1 DSP 코어부

DSP코어는 AAC/MP3 복호화 과정의 대부분 연산을 수행하고, unpack module이나 predictor, Huffman decoder에 대한 제어를 담당하며 다음과 같은 특징을 갖는다.

- 오디오 복호화 과정에서의 오차를 줄이기 위하여 20-bit의 word-length를 사용.
- 3단계 파이프라인으로 동작: Prefetch, Decoding, Execution
- Harvard Architecture
- Register-Register machine
- 처리속도: 40MIPS
- pipelined-MAC 지원

2.2 전용 하드웨어 모듈부

EMAD2000은 대부분의 복호화 처리를 DSP 코어가 처리하지만 실시간으로 처리를 위하여 일부 과정들은 별도의 하드웨어를 설계하는 것이 유리하다. 다음의 허프만 복호화 과정과 비트열 unpacking 과정과 예측 과정은 전용 하드웨어로 설계하였다.

AAC와 MP3 복호화 과정에서 샘플값은 Huffman Code로 부호화 되어 있으므로 이를 복호화 하는 과정이 필요하다. 허프만 복호화를 위해서는 각 비트별로 허프만 테이블을 모두 조사해야 하므로 막대한 연산량이 필요하다. 따라서 EMAD2000은 별도의 허프만 모듈을 설계하여 위 과정을 단순화 시켰다. 그림 3은 본 논문에서 설계한 허프만 복호화기의 블록도 이다.

AAC와 MP3는 비트열을 입력받아 이를 분해하여 오

디오 정보를 얻어내고 PCM 샘플을 복원한다. 따라서 상당부분의 연산이 입력된 비트열을 분해하는 과정에 사용된다. 따라서 EMAD2000은 외부로부터 입력된 비트열을 저장해 놓은 버퍼로부터 원하는 비트 수 만큼을 잘라서 읽어오는 모듈을 설계하여 DSP 코어 프로그램 작성을 용이하게 하였다.

예측기(Predictor)는 MPEG-2 AAC 메인 프로파일에서 사용하는 것으로 채널 내에서 프레임 간의 유사도(correlation)를 제거하여 부호화 효율을 높이는 것이다. 처리되는 프레임내의 각 서브밴드 대역마다 실수 연산으로 처리되어야 하므로 가장 많은 연산량이 필요한 블록이다. 따라서 본 논문에서는 이를 전용 하드웨어로 설계하였다. 본 논문에서 설계한 예측기의 구조는 그림 4와 같다.

2.3 비트열 입출력부

EMAD2000에서 설계된 8비트 PIO (Parallel IO)는 칩의 부와 데이터를 주고 받기 위해 사용된다. 그중 PIO의 가장 중요한 역할은 AAC/MP3 비트열을 받는 것이고, 다음이 시스템 컨트롤 명령어를 받는 것이다. 그 구조는 그림 3과 같으며 데이터와 컨트롤 명령어를 구분하기 위하여 D/C 신호를 받아들인다.

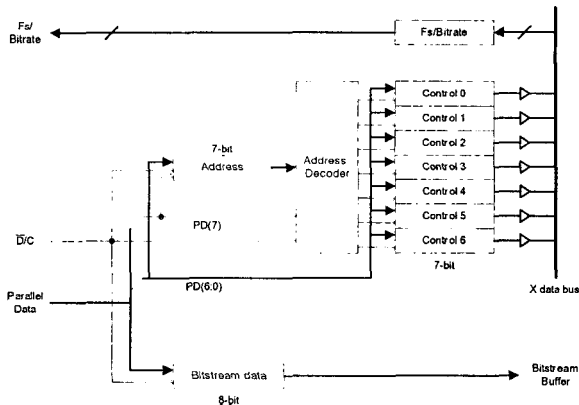


그림 3. PIO 블록의 구성도

EMAD2000으로부터 복호화된 PCM 샘플을 DA변환기로 전송하기 위한 인터페이스 모듈 또한 설계하였다. 44.1, 48, 32KHz의 세가지 표본화 주파수를 지원하기 위한 DA 변환기 설정기능 또한 추가하였다. EMAD2000은 Crystal Semiconductor의 CS4330 18비트 DA변환기를 대

상으로 인터페이스를 설계하였다. CS4330과 복호화기 칩과의 입출력 신호 timing diagram은 그림 4와 같다.

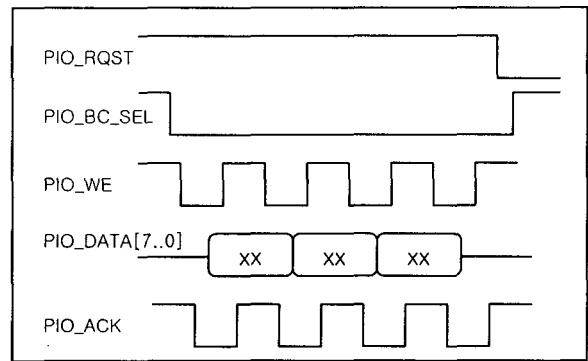


그림 4. 비트열 입출력 인터페이스

3. AAC/MP3 오디오 플레이어

상기와 같이 개발된 EMAD2000과 Trumpion사의 8-bit USB 마이크로 컨트롤러인 T33520을 이용하여 AAC/MP3 오디오 플레이어를 설계 및 개발하였다.

3.1 T33520 마이크로 컨트롤러

대만 Trumpion사에서 개발한 8-bit USB 마이크로 컨트롤러인 T33520은 80C51 8-bit CPU 코어에 오디오 플레이어 제작에 필요한 다양한 인터페이스를 제공하는 것이 주된 특징이다. 그림 5는 T33520의 시스템 구성도이다.

T33520, EMAD2000 AAC/MP3 복합 복호화기, 스마트 미디어 카드와 CS4330 DA변환기를 이용하여 그림 6와 같은 오디오 플레이어를 설계하였다. 호스트 PC로부터 AAC/MP3 비트열을 다운로드 받기 위하여 T33520내의 고속 USB 인터페이스를 사용하였으며, 다운로드 받은 AAC/MP3 파일은 T33520내의 플래쉬 메모리 인터페이스를 이용하여 스마트 미디어 카드에 저장하였다. 스마트 미디어 카드에 저장된 AAC/MP3 비트열을 T33520내의 General PIO 인터페이스를 이용하여 EMAD2000 복합 복호화기 전송하고 이를 EMAD2000에서 복호화된 PCM 샘플을 CS4330 DA 변환기를 이용하여 아날로그 신호로 변환한 후 스피커를 통하여 음악을 재생하도록 하였다. 그림 7은 본 논문에서 설계한 오디오 플레이어의 시스템 구성도이다.

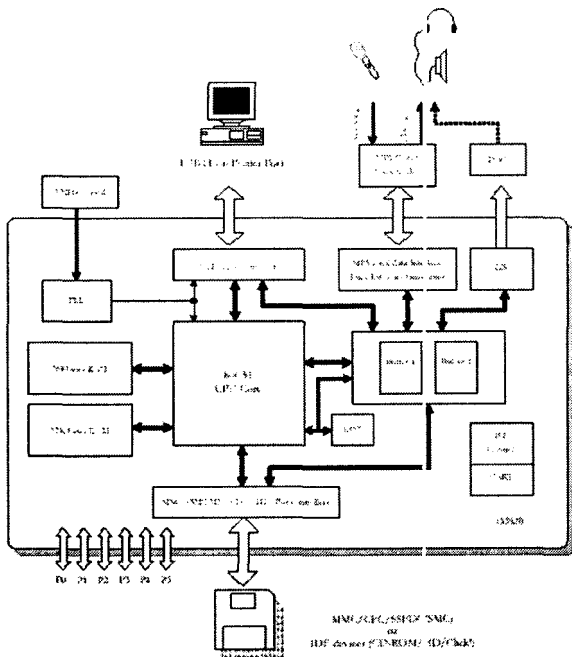


그림 5. T33520 시스템 구성도

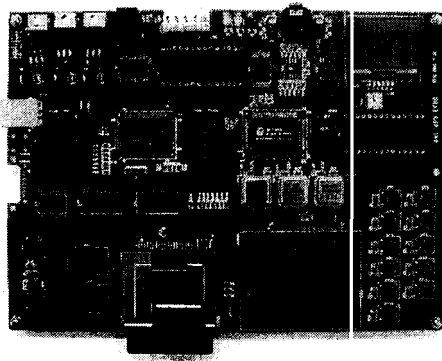


그림 6. EMAD2000 을 이용한 오디오 플레이어

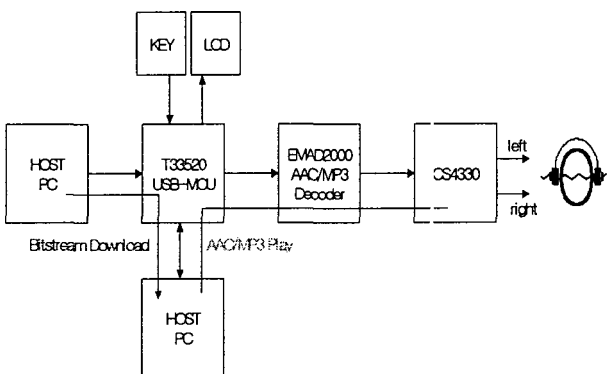


그림 7. 오디오 플레이어의 시스템 구성도

4. 결론

본 논문에서는 ETRI와 연세대가 공동 개발한 EMAD2000 AAC/MP3복합 복호화기를 이용하여 오디오 플레이어를 설계 및 개발 하였다. 현재 가장 대중적인 디지털 오디오 압축 알고리즘인 MP3는 물론 차세대 디지털 오디오 포맷으로 각광 받고 있는 AAC 까지 재생할 수 있는 오디오 플레이어를 개발하였으며, 실험결과 합성음질 또한 우수한 것으로 판명 되었다. 개발중인 복호화기의 테스트 보드는 물론 양산화에도 문제가 없도록 USB를 이용한 호스트 PC와의 인터페이스, 플래쉬 메모리와 인터페이스 블록들도 구성하였다.

감사의 글

본 논문은 과학기술부 지원 “디지털 오디오 방송기술 연구” 과제의 결과로서 과학기술부 관계자들에게 감사드립니다. 또한 AAC/MP3 복합 복호화기를 공동으로 개발한 연세대 윤대희 교수님께도 감사 드립니다.

참고문헌

1. ISO/IEC 11172-3 Coding of Moving Pictures and Associated Audio for Digital Storage Media at up to about 1.5Mbits/s. Part-3: Audio
2. ISO/IEC 13818-3 Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio. Part-3: Audio
3. ISO/IEC 13818-7 Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio. Part-7: Advanced Audio Coding (AAC)
4. D. Meares, K. Watanabe, E. Scheirer, “ Report on the MPEG-2 AAC Stereo Verification Tests,” ISO/IEC JTI/SC29/WG11 N2006, Feb., 1998.