

다채널 디지털 오디오 신호처리기 구현

이규하, 이지하, 윤대희, 차일환
연세대학교 전자공학과 음향, 음성 및 신호처리 연구실

An Implementation of the Multichannel Digital Audio Signal Processing System

Kyu-Ha Lee, Ji-Ha Lee, Dae-Hee Youn, Il-Whan Cha
Yonsei University, Electronic Eng., ASSP Lab.
E-mail : ykh@radar.yonsei.ac.kr

요약문

본 논문에서는 방송용 오디오 기기가 갖는 다채널의 특성과 각 채널에 대한 다양한 신호처리 기능의 특성을 고려하여 다채널 디지털 오디오 신호 처리기의 구조를 제안하고 범용 DSP를 이용하여 실시간 병렬 처리 시스템을 구현하였다. 구현된 시스템은 32비트 부동소수점 DSP를 이용하였으며 스테레오 채널의 48KHz 표본화 주파수를 지원하고 20비트 해상도를 갖는 시스템이다. 다채널 디지털 오디오 신호 처리 시스템의 구조는 디지털 신호 처리 과정을 수행하는 디지털 오디오 데이터 처리 부분과 시스템을 제어하기 위한 제어 정보 처리 부분으로 제안하였다. 이러한 구조에 적합한 실시간 시스템을 구현하기 위해 전체 시스템은 4부분의 모듈로 구성된다.

1. 서론

CD(Compact Disc)의 개발로 시작된 디지털 오디오 기술은 디지털 방송의 개막과 더불어 효율적인 믹싱 작업과 신뢰성있는 시스템 구성 및 고음질의 오디오 신호 재생을 위해 오디오 믹서를 DSP를 이용하여 구성할 필요가 있게 되었다[1~5]. 과거의 아날로그 방식 오디오에 비해 DSP를 이용한 디지털 오디오 방식은 추가적인 성능 개선을 소프트웨어의 재프로그래밍을 통해 구현할 수 있으며, 디지털 신호처리 기법을 통해 얻을 수 있는 잡음에 대한 강인성과 고성

능의 정교한 필터 구현이 가능하다. 또한 아날로그 방식 오디오에서의 난점 중에 하나이던 레코딩 분야에 DSP 기술을 도입함으로써 개선된 다이내믹 레인지를 갖는 레코딩이 가능하게 되었고 이로 인해 고음질의 더빙 작업도 가능하게 되었다.

본 논문에서는 디지털 영역에서 각 모듈별로 DSP를 갖는 다채널 시스템 설계를 목적으로 하며, 소프트웨어 재구성을 통해 다양한 오디오 신호처리 기능을 부가적으로 부여할 수 있도록 하였다.

2. 디지털 오디오 신호처리기 구조

본 논문에서 제안된 디지털 오디오 신호처리기의 구조는 그림 2-1과 같다. 전체의 시스템은 디지털 오디오 데이터를 처리하기 위한 부분과 시스템을 제어하기 위한 제어 정보 처리 부분으로 구성된다.

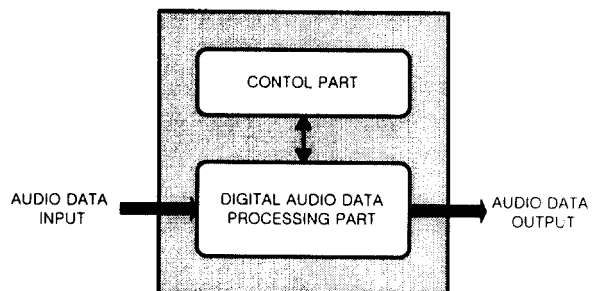


그림 2-1. 디지털 오디오 신호처리기 구조

디지털 오디오에서 수행되는 필터링, 다이내믹 레인지 콘트롤 등 모든 신호 처리 과정은 디지털 오디오 처리 부분에서 이루어지고, 콘솔에서 사용자 정보를 받아 들여 디지털 신호 처리에 적합한 형태로 변환, 디지털 오디오 데이터 처리부로 전송하거나 사용자에게 현재 시스템의 상태를 알려주는 역할 또는 다른 시스템과의 정보 교환을 제어 정보 처리부에서 담당한다. 제안된 구조에서는 디지털 오디오 데이터 처리부와 제어 정보 처리부가 양방향 통신으로 서로의 동작 상태를 주고받을 수 있도록 하였다. 위와 같은 구조의 디지털 오디오 신호처리기는 각 기능에 대한 적절한 병렬 처리를 위해 제어 모듈(control module), 입력 모듈(input module), 부가 모듈(addition module), 출력 모듈(output module)의 4부분으로 구성되고, 그림 2-2에 블록도를 제시한다.

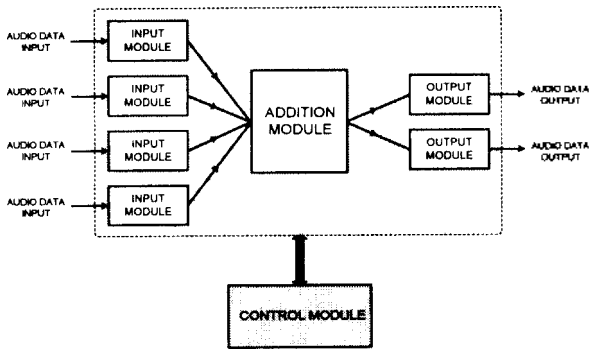


그림 2-2. 디지털 오디오 신호처리기 블록도 (예 4X2)

2.1 디지털 오디오 데이터 처리부

디지털 오디오 신호처리기의 오디오 데이터 처리부는 입력 모듈을 통해 오디오 데이터를 입력받아 부가 모듈로 전송하고, 부가 모듈은 각 입력 모듈의 데이터에 대해 믹싱등의 과정을 수행하여 출력 모듈로 전달하며 출력 모듈에서 외부 오디오 장비로 오디오 데이터를 출력한다. 이에 따라 디지털 오디오 데이터 처리부에서는 그림 2-3과 같이 모듈간의 데이터 전송을 위해 래치를 사용하여 단방향으로 전송된다.

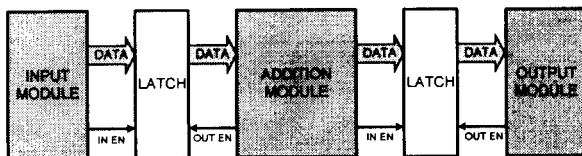


그림 2-3. 디지털 오디오 데이터 전송

2.2 제어 정보 처리부

제어 정보 처리부는 제어 모듈과 입력 모듈, 부가 모듈, 출력 모듈과의 제어 정보 교환으로 구성된다. 그림 2-4와 같이 콘솔등에서 입력받은 사용자 정보를 디지털 신호처리 과정에 적합한 제어 정보로 변환하여 제어 데이터 버스를 통해 각 모듈의 공유 메모리로 전송하여 모듈간의 정보 교환을 수행한다. 또한 제어 정보 처리부에서는 디지털 오디오 신호처리기에 관한 제어 정보를 다른 장치에 전송하거나 전송 받을 수 있도록 구성하였다.

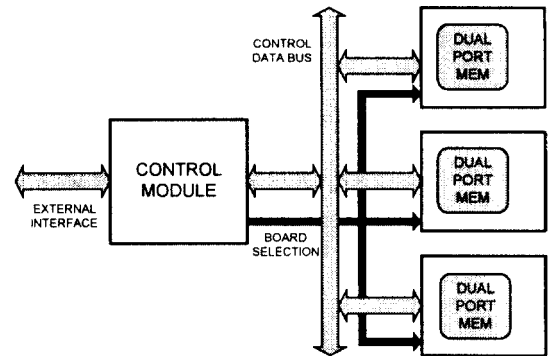


그림 2-4. 제어 데이터 전송

3. 시스템 하드웨어 설계

디지털 오디오 데이터 처리부와 제어 정보 처리부로 이루어진 디지털 오디오 신호처리기의 구조는 제어 모듈, 입력 모듈, 부가 모듈, 출력 모듈의 4가지 모듈로 효과적인 병렬 처리를 수행하도록 구성한다. 본 논문에서는 시스템의 구조와 채널 확장에 적합한 하드웨어를 그림 3-1과 같이 설계하였다.

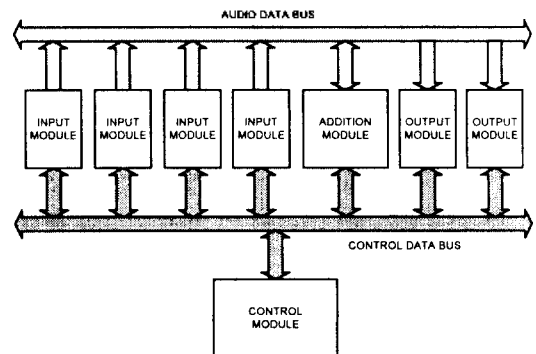


그림 3-1. 시스템 하드웨어 블록도 (예 4X2)

전체시스템은 모듈간의 통신을 위하여 오디오 데이터의 전송을 위한 버스와 제어 데이터를 전송하기 위한 버스로 구성된다. 오디오 데이터 버스는 디지털 오디오 데이터 처리부의 데이터 전송 경로를 포함하고 제어 데이터 버스는 제어 정보 처리부의 데이터 전송 경로를 포함한다.

3.1 제어 모듈

제어 모듈은 사용자 콘솔 등을 통해 각종 제어 정보를 입력받아 디지털 신호처리에 적합한 형태의 정보로 변환시켜 입력 모듈, 부가 모듈, 출력 모듈에 전달하는 역할을 수행하며 전체 시스템의 동기 타이밍 클럭을 생성하여 각 모듈에 전달한다. 제어 모듈의 블록도는 그림 3-2에 도시하였다.

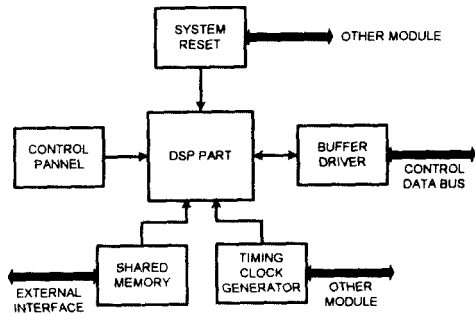


그림 3-2. 제어 모듈의 블록도

제어 모듈은 DSP와 로컬(local) 메모리, 디코딩부(decoding)로 구성된 DSP부와 사용자 제어 정보를 받아들이는 콘트롤 패넬, 외부 기기와의 제어 정보의 병렬 통신을 위한 공유 메모리, 전체 시스템의 타이밍 클럭 및 시스템 리셋을 발생시키는 부분으로 이루어진다

3.2 입력 모듈

입력 모듈은 아날로그 및 디지털 오디오 데이터를 입력받고, 제어 모듈에서 전달되는 제어 데이터에 의해 처리를 수행한 후 부가 모듈에 전달하는 역할을 한다. 입력 모듈의 구성은 그림 3-3와 같이 모듈당 스테레오 오디오 데이터를 입력 받도록 되어 있으며 20비트의 해상도와 48KHz의 표본화주파수로 AD변환을 수행하고, 디지털 오디오 인터페이스로 디지털 오디오 데이터를 받아들이도록 구성된다. 입력된 오디오 데이터는 DSP부로 전송되어 신호처리 과정이 수행된다. 또한 입력 모듈은 처리되는 데이터를 모니터링하기 위한 아날로그 및 디지털 오디오 신호 출력

부와 오디오 신호의 레벨 콘트롤, DSP에서 처리된 결과를 믹싱 모듈로의 단방향 전송을 위한 래치로 구성된다. 래치의 경우 다음의 샘플이 들어오기 전까지 데이터가 유지되므로 모듈간의 데이터 전송 타이밍에 있어 상당한 여유를 가질 수 있다.

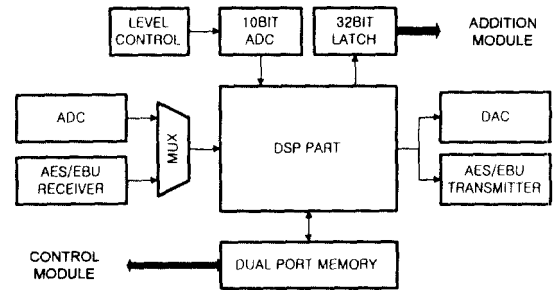


그림 3-3. 입력 모듈의 블록도

3.3 부가 모듈

부가 모듈은 각 입력 모듈에서 출력된 데이터를 일괄적으로 전송 받아 믹싱 등의 다채널 연산을 수행하여 출력 모듈에 전달한다. 또한 제어 모듈로부터 입력 모듈에 대한 출력 모듈의 맵핑 정보 등의 제어 정보를 공유 메모리를 통해 전송 받는다. 그리므로 부가 모듈은 외부 버스를 통해 입력 모듈의 래치에서 오디오 데이터를 전송 받고, 출력 모듈의 래치로 데이터를 전송하기 위한 양방향 버스 드라이버와 버퍼로 구성된다. 부가 모듈의 블록도는 그림 3-4에 도시하였다.

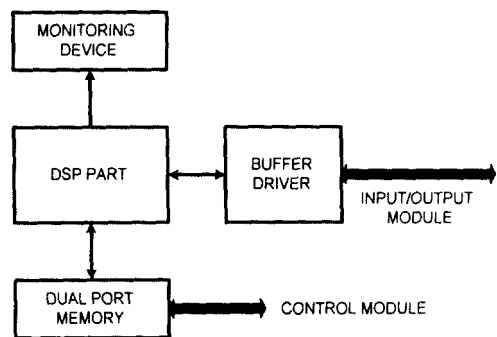


그림 3-4. 부가 모듈의 블록도

3.4 출력 모듈

출력 모듈은 부가 모듈로부터 오디오 데이터를 전달 받아 최종 출력 오디오 데이터를 외부 오디오

기기로 출력하는 역할을 수행하고, 제어 모듈과 제어 정보를 양방향으로 전송하도록 구성된다. 또한 보조 입력으로 아날로그 및 디지털 오디오 데이터를 받아들이도록 구성되며 아날로그 및 디지털 오디오 데이터를 동시에 출력한다. 그림 3-5와 같이 입력 모듈과 동일한 형태의 하드웨어 구조를 가지나, 부가 모듈에서의 오디오 데이터 전송을 위해 입력 모듈과 반대 방향의 래치를 갖는다.

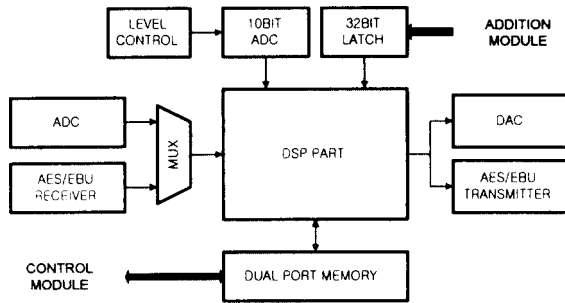


그림 3-5. 출력 모듈의 블록도

4. 시스템 소프트웨어 설계

구현된 시스템에서의 소프트웨어는 크게 메인 루프 루틴과 인터럽트 루틴으로 구성된다. 메인 루프 루틴은 제어 정보 처리부에서 생성된 데이터 처리가 수행되고, 인터럽트 루틴은 디지털 신호 처리 과정이 수행된다. 메인 루프 루틴에서는 제어 데이터를 입력받고 기능에 대한 동작 유무를 지정한다. 반면 인터럽트 루틴에서는 모듈에 입력된 오디오 샘플에 대해 신호처리를 실시간으로 수행한다. 본 논문에서의 실시간 조건은 표본화 주파수 48KHz에 대해 스테레오 좌·우 채널을 처리하므로 96KHz이내에 모든 연산을 마쳐야 한다. 그러므로 인터럽트는 96KHz마다 발생하는 동기신호를 사용한다. 인터럽트 발생시 입력 모듈은 새로운 오디오 데이터를 받으면서 이전의 처리된 오디오 데이터를 래치로 전송하고, 출력 모듈은 래치에서 새로운 오디오 데이터를 받으면서 이전에 처리된 오디오 데이터를 출력한다. 이 과정에서 디지털 신호 처리부는 입력 오디오 데이터에 대해 ADC와 디지털 오디오 인터페이스의 기준 클럭 신호와 스테레오 채널이 반대로 처리되게 된다. 이는 입력된 디지털 오디오 데이터가 DSP의 시리얼 포트 내부의 쉬프트레지스터(shift-register)를 거쳐 임시 저장되어 전송되기 때문이다. 그러므로 그림 4-1과 같이

구현된 시스템은 3-샘플 지연이 발생함을 알 수 있다.

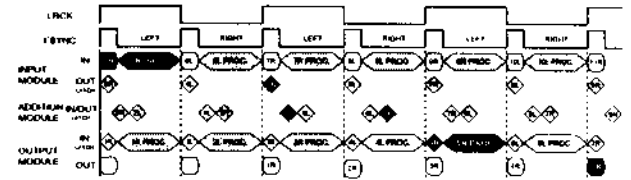


그림 4-1. 전체 시스템에서의 샘플 지연

5. 결론 및 추후 과제

본 논문에서는 다채널 디지털 오디오 신호처리기의 구조를 제안하고 실시간 병렬 처리 시스템을 범용 DSP를 이용하여 구현하였다. 구현된 시스템은 채널의 확장이 용이하며, 48KHz의 표본화주파수와 20비트 해상도, 아날로그 및 디지털 오디오 신호에 대해 스테레오 입·출력을 지원한다. 부가 모듈과 제어 모듈을 중심으로 오디오 데이터 버스와 제어 데이터 버스의 외부 버스를 통해 DSP간의 데이터 통신에 의해 병렬 처리가 가능하게 하였다.

추후 과제로는 적용된 응용에 대해 소프트웨어의 업그레이드에 의한 다양한 효과 및 기능을 부가시켜야 하며, 다른 응용 분야에의 연구 개발이 필요하다.

5. 참고 문헌

- [1] P. J. Bloom, "High-Quality Digital Audio in the Entertainment Industry: An Overview of Achievements and Challenges," IEEE ASSP Magazine, Vol. 2, No. 4, pp. 2-25 Oct. 1985
- [2] G. W. McNally, "Digital Audio in Broadcasting," IEEE ASSP Magazine, Vol. 2, No. 4, pp. 26-44, Oct. 1985
- [3] P. J. Berkhout and Ludwig D.J. Eggermont, "Digital Audio Systems," IEEE ASSP Magazine, Vol. 2, No. 4, pp. 45-67, Oct. 1985
- [4] N. Sakamoto, S. Yamaguchi, and A. Kurahashi, "A Professional Digital Audio Mixer," J. Audio Eng. Soc., Vol. 30, No. 1/2, pp. 28-33, Jan/Feb. 1982
- [5] W. Wagner, "Applications of DSPs in Digital Audio Signal Processing," Berlin '91 International Conference on DSP Applications and Technology, pp. 677-689, Oct. 1991