

# Pro-Audio 장비용 가변형 필터뱅크 기반 고품질 음향 DSP 시스템 개발을 위한 제안

송재종, 양창모, 임태범  
전자부품연구원 스마트미디어연구센터  
e-mail : jcsong@keti.re.kr

## Proposal of High Quality Audio DSP System using Flexible Filterbank for Pro-Audio Equipment

Chai-Jong Song, Chang-Mo Yang, Tea-Beom Lim  
Korea Electronics Technology Institute, Smartmedia R&D Center

### 요 약

본 논문에서는 음향 특성 환경과 음향신호의 입·출력 조건에 최적화된 음향 시스템을 실시간으로 생성 및 적용 가능한 음향 신호처리용 시스템으로서, 가변형 필터뱅크 기술 및 상황 적응적 필터 재조합·재배열 기술을 음향 신호처리용 DSP에 적용함으로써 Pro-Audio 장비, 방송 음향장비, 산업 음향장비와 같은 다양한 음향관련 장비에서 고품질 음향 서비스를 제공하기 위한 핵심 기술인 가변형 필터뱅크 기반 고품질 음향 DSP 시스템 개발을 제안한다.

### 1. 서론

최근, 방송·통신 융합 환경이 본격화되어 새로운 형태의 첨단기기 및 서비스가 출현하는 한편 문화생활에 대한 관심도가 높아짐에 따라 고화질 A/V 산업과 더불어 차별화된 서비스를 제공하기 위한 고품질 음향 기술에 대한 관심이 높아지고 있다. 기존의 프로 오디오(Pro-Audio) 음향관련 산업에서는 이퀄라이저, 스피커 전용 컨트롤러 등과 같은 다수의 음향 보정 장비를 사용하여 고품질 음향을 구현하는 방법이 사용되었으나, 이러한 방법은 경제성 및 고른 음향품질의 확보가 어려울 뿐만 아니라 사용자의 조작이 불편하여 실용성이 떨어진다는 단점이 있다. 따라서 경제성과 편리성을 확보하면서도 다양한 음향 기기에서 고품질 음향을 제공하기 위해서는 외부 음향 환경에 대한 왜곡을 손쉽게 보정 할 수 있는 최적화된 디지털 필터 기술과 이를 쉽게 조합 및 배열함으로써 다목적 음향 장비에 사용가능한 가변형 필터뱅크 기반 고품질 음향 DSP(Digital Signal Processor) 시스템 개발이 필수적이다. 가변형 필터뱅크 기반 고품질 음향 DSP 시스템은 음향 특성 환경과 음향신호의 입·출력 조건에 최적화된 음향 시스템을 실시간으로 생성 및 적용 가능한 음향 신호처리용 시스템으로서, 가변형 필터뱅크 기술 및 상황 적응적 필터 재조합·재배열 기술을 음향 신호처리용 DSP에 적용함으로써 Pro-Audio 장비, 방송 음향장비, 산업 음향장비와 같은 다양한 음향관련 장비에서 고품질 음향 서비스를 제공하기 위한 핵심 기술이다.

### 2. 고품질 음향 DSP 시스템 기술 설계

음향기기의 특성 환경과 신호의 입·출력 조건에 따라 출력특성을 보정하여 다양한 음향효과 기능을 수행할 수 있는 가변형 필터뱅크 기술을 개발하고 이를 기반으로 20Hz~20kHz@+4dBu에서 +0/-0.4dB 주파수 응답, 0.001% 이하의 THD+N, 105dB 이상의 Dynamic Range를 보장하는 고품질 음향 DSP 시스템을 개발하기 위하여 다음과 같은 목표를 설정한다.

○ 고품질 음향신호 처리를 위한 가변형 필터뱅크 개발  
고성능 LPF(Low Pass Filter) 설계방법을 개발하고, 개발된 LPF를 기반으로 다양한 필터로 확장 및 변형을 통하여 가변형 필터뱅크를 형성 할 수 있는 방법에 대한 연구를 진행하고, 개발된 방법을 기반으로 구현된 가변형 필터뱅크들의 연동을 최적화 할 수 있는 방법을 개발한다.

고품질 음향신호 처리용 필터구조 분석을 위해 기존 IIR(Infinite Impulse Response) 및 FIR(Finite Impulse Response) 필터구조 분석하고 프로토타입 LPF 구현 방법을 마련하여 고품질 음향신호 처리용 필터 모델을 설계한다. 또한 가변형 필터뱅크 프로토타입을 설계하여 최적화된 기본 필터 Set을 설계한 후 가변형 필터뱅크 알고리즘을 개발한다. 필터뱅크 간 연동기술 최적화 구조를 설계한다.

○ DSP 연산 최적화 기술 개발

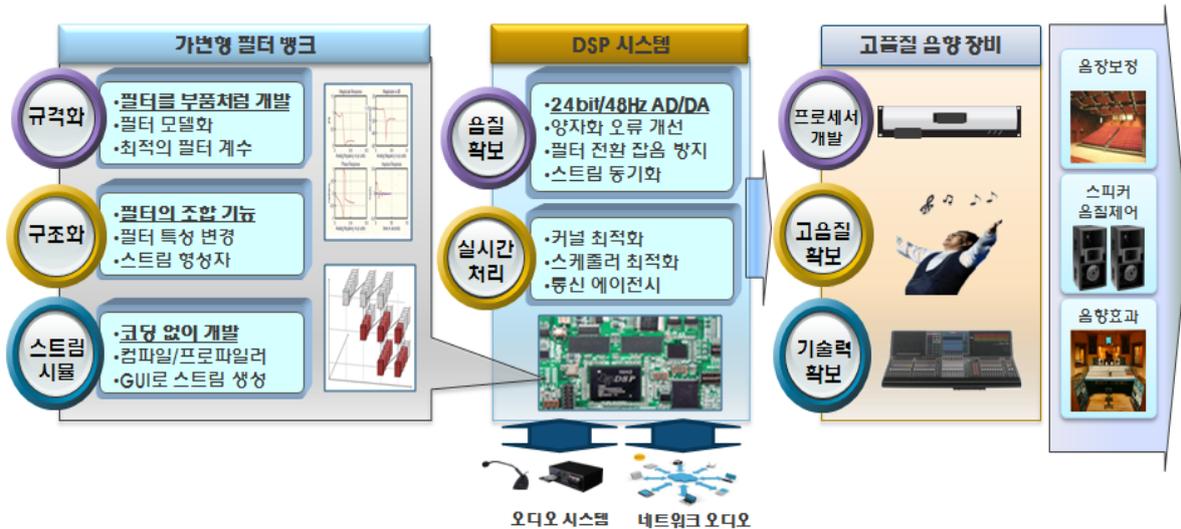


그림 1. 가변형 필터뱅크 기반 고품질 음향 DSP 시스템

오디오 스트림 시뮬레이터에서 생성된 DSP 알고리즘을 DSP에서 실시간으로 동작할 수 있도록 최적화된 DSP Code를 개발하고, 실시간으로 필터 계수를 변환할 때 발생하는 필터 과도 특성을 Smoothing 처리하여 필터 전환 노이즈 문제를 최소화하는 방법을 개발하고, 특히 서로 다른 종류의 필터의 연결에서 발생하는 문제점과 각기 다른 입출력 오디오 스트림 간 발생하는 동기 문제점을 분석하여 해결 방법을 개발함. 또한 C 언어에 의해 설계된 가변형 필터 뱅크의 동작에서 발생하는 DSP 양자화 오차를 최소화하는 기법을 개발한다.

○ 고품질 음향 DSP 시스템 개발

오디오 스트림 시뮬레이터 내의 다양한 기능의 가변형 필터뱅크들을 조합 및 재배치하여 생성된 최적화된 오디오 스트림의 음향 신호처리 알고리즘을 실시간으로 수행하기 위한 고품질 음향 DSP 시스템의 하드웨어와 소프트웨어를 개발한다. 또한, 입력 음향 데이터의 실시간 처리를 위해 DSP chipset에서 제공되는 CSL (Chip Support Liblry) 및 BSP (Board Support Package)을 이용하여 음향 DSP 시스템에 최적화된 다중 쓰레드 및 스케줄링을 지원하는 DSP 펌웨어를 개발한다. DSP 시스템에서 처리되는 실시간 오디오 스트림의 제어 및 모니터링이 가능한 임베디드 통신 에이전트를 구현한다.

○ Pro-Audio 장비 프로토타입 제작을 통합 시스템 통합 및 성능 평가를 통해 통합된 시스템을 검증한다. 오디오 스트림과 커널 및 DSP 최적화 기술의 구현과 평가를 위한 DSP H/W 프로토타입과 다채널 오디오 스트림의 DSP 실시간 동작 구현을 위해 입력 4 채널과 출력 4채널을 확보하고 고품질 구현을 위해 24bit/48kHz의 ADC 및 DAC을 탑재한 시스템을 개발한다. 시뮬레이터와 연결되어 DSP Code 수신과 실시간 제어를 위한 USB 통신과 외부

확장을 고려한 GPIO 인터페이스의 설계 및 개발하고 주변장치와 연결 등의 확장성 확보를 위해 네트워크 오디오와 연계를 위한 인터페이스를 개발한다.

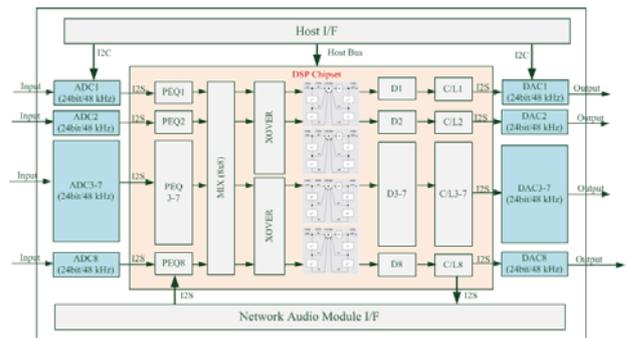


그림 2. DSP 시스템 예상 블록도

○ 오디오 스트림 시뮬레이터 개발

정규화된 가변형 필터뱅크에서 필요한 특성의 가변형 필터뱅크 계수를 추출하는 알고리즘을 설계 및 구현하고 구조화된 필터뱅크를 화면상에서 GUI를 통해 각 필터를 연결하여 원하는 기능의 오디오 스트림을 형성하고 연산 최적화하는 알고리즘의 시뮬레이터를 개발한다. 이를 기반으로 DSP Code를 생성하는 컴파일러와 이를 Porting하고, 실시간으로 DSP 시스템의 제어 및 모니터링이 가능한 프로토콜을 개발한다.

참고문헌

[1] Jae-Won Lee, Seung Ho Choi and Hyung Chul Park, "A Howling Margin Enhancement Method using All-Pass Filters with Phase Dispersion," International Information Institute, Vol. 16, No. 1(B), pp. 795-800, 2013.  
 [2] 정한교, 강성훈, 이재원, "잔향음 제거 알고리즘의 주관평가", 한국음향학회 학술발표대회 논문집, 제31권 제1호, pp. 324-327, 2012.