

임베디드 All-pass filter를 사용한 디지털 반향기 구현

*이동훈, *김태훈, *정승표, *박주성
*부산대학교 전자전기공학부
e-mail : *minuet21@pusan.ac.kr*

Design of digital reverberator using an embedded All-pass filter

*Donghoon Lee, *Taehoon Kim, *Seungpyo Jung, *Jusung Park
*School of Electronic and Electrical Engineering
Pusan National University

Abstract

The design of an improved digital artificial reverberator is introduced in this paper. The system is based on an embedded all-pass filter and consists of three parts, diffusion part, delay part, and reverberation part. By using an embedded all-pass filter, reverberator is simplified and has fewer operation cycles. The performance of the designed reverberator is compared with well known commercial equipment.

I. 서론

스피커에서 나오는 음악에 입체감을 입히기 위하여 Schoroeder [2]가 제안한 All-pass filter 기반의 디지털 인공 반향기[4]가 사용되어왔다. 이 반향기를 사용하여 자연스럽게 림 특성이 반영된 반향음을 만들기에 구조가 복잡해지고, 프로세서가 처리하는 연산 시간이 증가하는 단점이 발생한다. 이 구조를 보완하기 위하여 FDN(Feedback Delay Network) 구조 [1]가 제안되었지만, 모델링하기 위한 파라미터의 수가 너무 많은 어려움이 따른다. 따라서 본 논문에서는 디지털

반향기 설계에 있어서, 구조를 단순화시킬 수 있으며, 프로세서의 처리 시간을 줄일 수 있는 구조를 제안하고자 한다. 본문에서는 이 구조를 사용한 디지털 반향기의 설계 및 검증에 관한 내용을 포함하고 있다.

II. 본론

2.1 Embedded All-pass filter

반향음의 기본 요소인 조밀한 late reverberation과 RT60 제어를 위하여, 그림 1과 같은 All-pass filter에 다른 하나의 All-pass filter를 연결한 구조인 Embedded All-pass filter를 설계하였다. 이 필터의 impulse response는 그림 2에서 그 특성을 확인할 수 있다.

2.2 디지털 반향기의 설계

제안하는 디지털 인공 반향기는 그림 3과 같이, 크게 Diffusion part, Delay part, Reverberation part의 3가지 파트로 이루어져 있다. 이 3가지 파트는 반향음을 생성하기 위한 각각의 처리과정을 거치게 된다. 그리고 제안하는 Embedded All-pass filter는 Diffusion part와 Reverberation part에서 사용되었다. 먼저 Diffusion part에서는 Embedded APF와 feedback loop를 거쳐 생성하고자하는 반향음의 기본적인 형태를 잡아주는 역할을 한다. Delay part에서는 생성하고자 하

는 반향음의 특성 중 Early Reflection을 조절할 수 있다. 이 파트에서는 여러 개의 delay 루틴에 의해 Diffusion part에서 만든 기본적인 반향음을 분산하는 역할을 수행한다. 그리고 Reverberation part에서는 이전까지의 파트에서 생성된 반향음을 자연스럽게 만들어주는 역할을 수행한다, 또한 파트 내부의 feedback loop의 gain 파라미터를 조절하여 RT60 (Reverberation Time 60dB)을 조절할 수 있다.

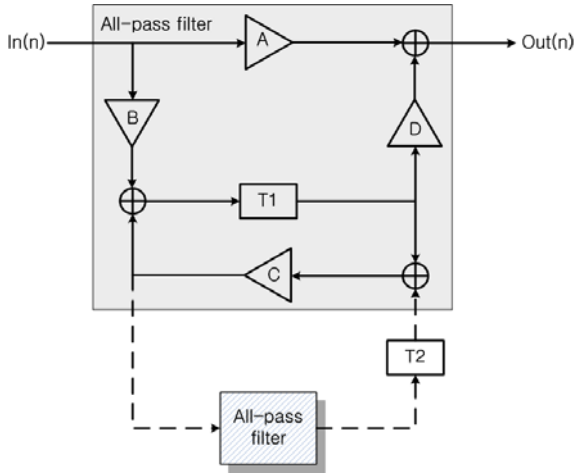


그림 1. Embedded All-pass filter의 구조

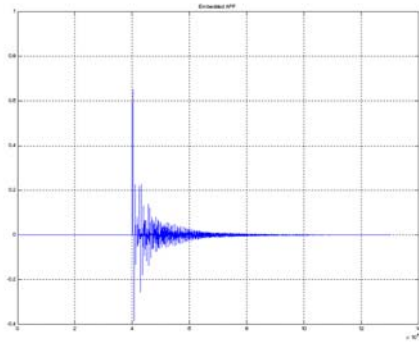


그림 2. Embedded All-pass filter의 Impulse response

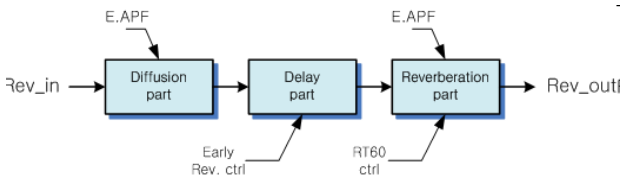


그림 3. 디지털 반향기의 구조

2.3 디지털 반향기의 검증

설계된 반향기를 검증하기 위하여, 상용되고 있는 Yamaha社의 디지털 반향기[3]를 모델링하여, 두 반향기의 impulse response를 비교하였다. 그 결과 제안한 반향기의 impulse response의 signal power가 30% 개선되었으며, 전체적인 처리 시간은 약 40% 단축됨을 확인할 수 있었다. 또한 두 반향기의 음질 평가를 음향 전문가에 의뢰하였는데, 거의 동일한 반향기의 효과 및 음질을 확인할 수 있었다.

III. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문은 Embedded All-pass filter를 사용하여 디지털 인공 반향기를 설계하였다. 이 필터를 사용함으로써 반향기의 전체적인 구조가 단순해지며, 그로인해 연산 시간이 줄일 수 있었다. 설계된 반향기의 성능 검증을 위해 상용 디지털 반향기를 모델링하여 비교 분석하였다. 그 결과 거의 동일한 음질에 비해 우수한 성능을 확인할 수 있었다. 하지만 논문에서 설계 및 검증된 디지털 인공 반향기는 PC 시뮬레이션을 통한 결과이다. 따라서 실제 DSP(Digital Signal Processor)에 포팅하여 테스트 보드 상에서 검증할 필요가 있다.

참고문헌

- [1] Jean-Marc Jot, "An Analysis/Synthesis approach to real-time artificial reverberation", IEEE, vol. 2. pp. 221-224, Sep. 1992
- [2] Schroeder. M. R., Natural Sounding Artificial Reverberation, J, Audio Engineering Society, vol. 9, No. 3, 1962
- [3] Japan patent, 2000-250564A, Sep. 2000
- [4] Gardner W. G. The Virtual Acoustic Room. Master's thesis. Massachusetts Institute of Technology, 1992