

ARM720T core를 이용한 실시간 입체음향 변환기 구현

임태성*, 윤철환, 홍완표, 류대현
한세대학교 IT학부

An Implementation of Real Time 3-D Audio Engine using ARM720T core

Im Tae Sung, Chul Hwan Yoon, Wan Pyo Hong, Dae Hyun Ryu
Dept. of Information and Telecommunication, Hansei Univ.

요 약

본 연구에서는 ARM720T core를 사용한 보드에서 머리 전달 함수(HRTF)를 이용한 입체음향 시스템을 구현하였다. ARM720T core를 탑재한 EP7312칩은 저전력 고성능 프로세서로서의 이점을 갖고 있기 때문에 HRTF의 특성을 이용한 입체음향 실시간 구현이 가능하다. 또한 ARM 프로세서를 사용함으로써, DAC제어부 부분을 제외한 메인 프로세싱 부분은 ARM 계열의 다른 프로세서에서도 쉽게 사용 가능하단 이점이 있다. HRTF를 이용하여 2채널의 입체음향을 구현하는 방식은 콘볼루션에서 많은 계산량이 소요된다. 본 연구에서는 실시간 구현 시 계산량을 줄이기 위해 시간영역의 콘볼루션을 사용하지 않고 주파수 영역에서의 가중 중복 합산방식을 이용하여 계산하였다. 본 연구의 연구 결과는 가상현실이나 방송음향장비 뿐만 아니라 저전력을 요구하는 휴대용 멀티미디어 기기에서 MP3/AAC/WMA와 같은 오디오 압축 장치부분에 활용되어 질 수 있다.

1. 서론

3차원 가상 입체 음향이란 헤드폰이나 특정 위치에 놓인 스피커를 통해 가상 공간의 특정 위치에 음원을 형성하여 사용자가 듣는 소리가 마치 실제로 그 가상음원이 위치하고 있는 곳에서 들려오는 것처럼 방향감, 거리감, 공간감 등을 형성해 주는 것을 말한다. 실제로 사람의 눈은 전방의 일정 영역만 바라볼 수 있기 때문에

들려오는 소리정보에 의해서 시선을 움직이게 된다. 소리가 없고 영상만 있는 가상현실 시스템은 눈으로 볼 수 있는 전방의 일정 영역에만 가상 공간을 형성하지만 3차원 음향효과가 부여된 가상현실 시스템은 사용자의 모든 주위 환경을 가상공간으로 형성하는 큰 효과가 있다.

입체음향을 구현하기 위해서는 공간상의 특정 위치에 음원을 위치시키는 입체음상정위 기술이 필수적이다. 3차원 공간상의 특정 위치에서 음원이

들려지는 것과 같은 효과를 내는 것을 위치음 효과라고 하는데 2채널 재생 방식에 있어서 위치음 효과는 머리전달함수(Head Related Transfer Function; HRTF)와의 컨볼루션을 통해서 생성한다[2]. 그러나 이러한 방식은 실시간 구현 시 많은 계산량을 필요로 하게 되어서 실시간 구현이 어려울 뿐 아니라 하드웨어 구현 시 고성능 프로세서를 사용해야 하는 단점을 가진다. 본 연구에서는 HRTF를 이용하여 2채널의 입체음향을 구현하는 방식에서 FFT를 이용한 가중 중복 합산방식을 이용함으로써, 계산량을 줄여 실시간 구현을 가능하게 했다.

본 논문의 2장에서는 기존의 입체 음상 정위 기술에 대해 3장에서는 본 연구의 구현방법과 결과를 비교 분석하고 4장에서는 향후 활용 방안 등을 제시하며 결론을 맺는다.

2. 입체 음향 기술

2.1 머리전달함수(HRTF)

청취자는 두 귀에 입사한 두 신호간에 차이가 발생함으로써 음원에 대한 공간적 단서를 지각하게 되는데 이러한 특성은 HRTF에 내포되어 있어 이를 이용하면 단순음에 공간적 정보가 부가되어 입체음을 생성할 수 있다.

HRTF는 입사하는 각도에 따라 달라지기 때문에 무향실 내에서 더미헤드를 중심으로 구의 형태로 여러 각도에 배치한 스피커로부터 백색 잡음과 같은 임펄스 신호를 방사시켜 더미헤드의 양쪽 귀에 장착한 마이크로폰으로 측정된 임펄스 응답을 푸리에 변환한 것을 말한다. 이때 측정되지 않은 불연속 공간의 HRTF는 인접한 HRTF들간의 보간(Interpolation)을 통해서 구할 수 있다[3].

2.2 입체 음상정위

청취자가 지각한 음상에 대한 위치를 파악하는 것을 음상정위라 하고, 음상을 공간상의 특정

장소에 위치시키는 기술을 음상정위 기술이라 한다. 2채널 Stereo 방식은 두 스피커 사이의 공간에 음상을 형성하는데 반해 입체음향은 2채널 스피커를 이용하여 3차원 공간상의 임의의 방향에 위치한 입체음상을 생성하는 기술이다. 3차원 공간상에 음상을 위치하기 위해서는 음원과 청취자 사이의 음원 전달 경로를 모델링한 HRTF DB를 이용하게 되는데 이는 특정 방향의 음원으로부터 두 귀까지의 좌우 HRTF 쌍을 모노 음에 대하여 각각 필터링하는 Binaural HRTF filtering을 수행함으로써 구현된다. 이 기술을 이용하면 고정된 특정 위치에서 소리가 지각되는 효과와 소리가 한 위치에서 다른 위치로 움직이는 효과를 생성할 수 있다. 위치음 생성은 해당 위치의 HRTF를 단순음과 컨볼루션 연산을 행함으로써 얻을 수 있고, 이동음 생성은 소리가 이동하는 궤적 상에 해당하는 연속적인 HRTF들을 단순음과 컨볼루션을 수행함으로써 얻을 수 있다.

3. 고성능 실시간 3D 시스템의 구현 및 결과

3.1 하드웨어 구성

그림1은 본 연구에서 사용한 시스템의 구성도이다.

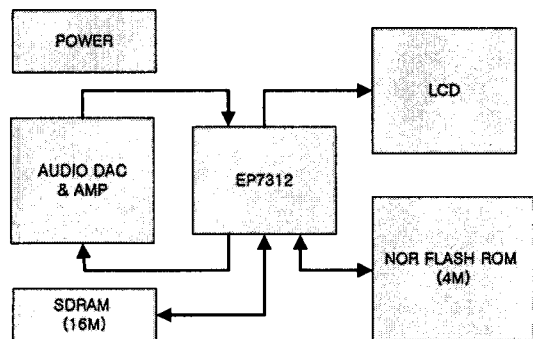


그림 1 . 시스템 구성도

프로그램에서 사용한 메모리 맵을 살펴보면 다음과 같다. 0x00000000~0x000fffff 까지 1M 프로그램 롬 영역이다. 0x00100000~0x001fffff 까지 내부 SRAM 영역이다. 0x00200000~0x002fffff 까지 EP7312 내부 레지스터 영역이다.

DAI(Digital Audio Interface)부는 CS4341 을 이용하였다. DAI는 EP7312의 GPIO D포트와 EP7312의 출력FIFO가 연결되어 있다. Mode Control, Volume and Mixing Control, 채널별 Volume Control의 4개의 레지스터로 구성되어 있고, 출력 가능한 샘플링률은 2kHz~100kHz까지 가능하다. 본 연구에선 44.1kHz로 고정하여 사용하였다.

DAI와 관련 있는 인터럽트는 FIQ(Fast Interrupt Request)이다. FIQ는 다른 인터럽트에 비해 인터럽트 전용 레지스터를 많이 가지고 있어 처리가 빠르다. FIQ 인터럽트는 출력FIFO가 비게 되면 발생하도록 설정되어 있다. 왼쪽과 오른쪽, 두 개의 출력FIFO가 존재하게 되고, 인터럽트 마스크로 두 개의 출력FIFO 중 한 개를 선택할 수 있다. FIQ는 생성된 입체음향샘플을 내부 버퍼에서 출력FIFO로 이동시키거나, 대기시키는 역할을 하게 된다.

3.2 소프트웨어 구성도

그림2는 본 연구에서 사용한 소프트웨어의 구성도이다.

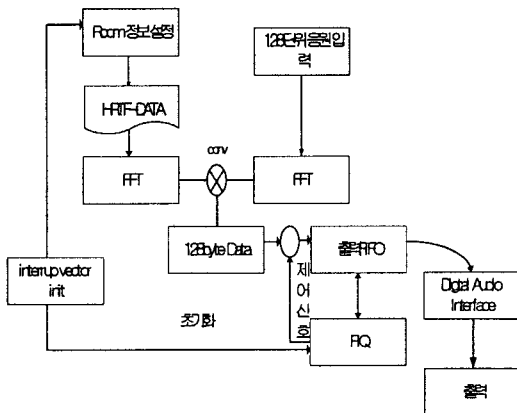


그림 2 . 소프트웨어 구성도

FFT를 이용한 가중 중복 합산 방식은 빠른 처리를 위해 C언어로 작성하지 않고 어셈블리어로

구현하였다. C언어로 구현했을 시보다 반 이상의 명령어를 줄일 수 있었다. FFT처리는 Split Radix FFT(srfft)를 이용하였다. 고정소수점 형태로 만들기 위해 32bit 정수형에서 소수점 이하 자리로 23비트를 사용하였으며, 나머지 9비트는 정수자리를 표현하기 위해 사용하였다. 먼저 입력된 16비트 정수의 소수점을 23비트로 이동시켜 계산한다. 코사인과 사인 값은 미리 값을 뽑아낸 후 테이블화 시켰고, 정확한 계산을 위해 30비트 소수점으로 생성하였다. 곱셈시 테이블화 된 값의 소수점이 30비트가 때문에 곱셈 후 다시 30비트 쉬프트를 시켜 원래 사용하던 23비트 소수점 자리로 만들어 주어야 한다.

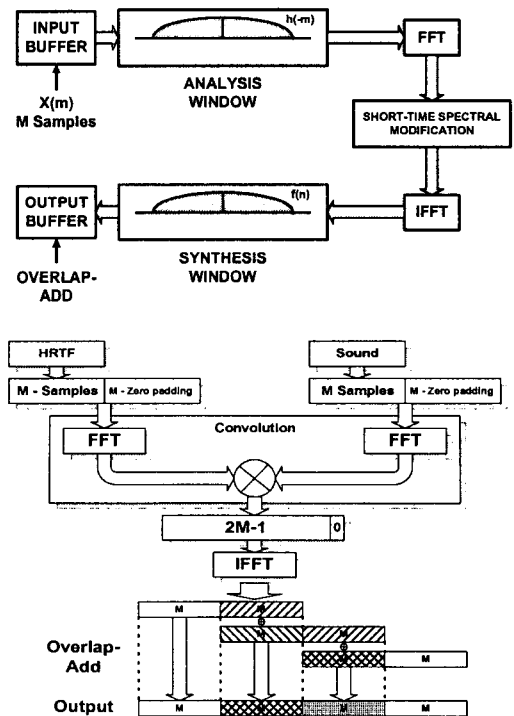


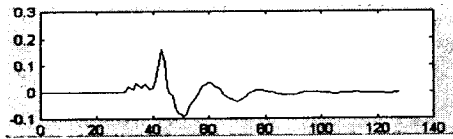
그림 3 . 가중 중복 합산 방법

3.3 결과 및 검토

그림4는 HRTF 데이터와 임펄스를 가중 중복 합산 방식으로 컨볼루션한 결과를 보여주고 있다.



가) HRTF 원신호

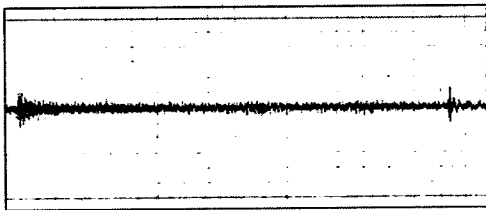


나) 컨볼루션 결과

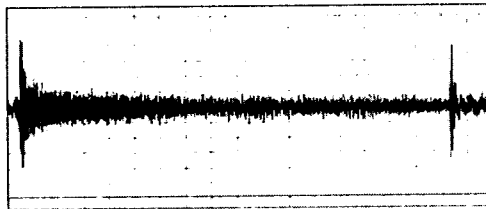
그림 4 . 컨볼루션 수행 결과

그림4의 가)는 HRTF의 원 신호 파형이고 나)는 컨볼루션 수행 후 신호 파형이다. 컨볼루션 전의 파형과 컨볼루션 후의 파형 결과, 같음을 볼 수 있다.

실험 결과로 3D효과를 실시간으로 얻을 수 있었다. 그림5는 구현된 시스템에서 모노입력음과 고도 40도, 방위 80도 위치의 HRTF데이터를 컨볼루션한 결과이다.



가) Left Channel



나) Right Channel

그림5 . 시스템에서 구현된 입체음향 파형

4. 결론

21세기에 새로운 분야로 대두되고 있는 가상현

실은 많은 사람들의 흥미를 끌고 있다. 상상 속에서나 가능하던 일들을 현실감과 입체감을 통해 실제처럼 느낄 수 있게 해준다는 것이 가상현실의 가장 큰 매력일 것이다. 가상현실을 요하는 멀티미디어 기기들의 활발한 시장진출을 위해서는 3D 효과를 가진 오디오/비디오의 하드웨어 구현이 불가피하다.

본 연구에서 ARM720T core를 이용하여 구현된 입체음향 시스템은 저가/저전력/소형화 조건을 요구하는 휴대용 기기에서 3D 입체 음향 효과를 얻을 수 있을 것이다.

[참고문헌]

- [1] 김진욱, 고대석, 강성훈, 이명진, 김현빈, “ 2 채널 스피커 재생 방식을 이용한 입체 음상 제어 ”.
- [2] 명현, 김풍민, 김용완, 이의택, “ 자연스러운 이동을 입체 음향 효과의 구현 ”, 한국전자통신연구원 가상현실연구개발센터.
- [3] D. R. Begault, "3-D Sound for Virtual Reality and Multimedia", New York, Academic Press Inc., 1994.
- [4] 송종관, “ 디지털 오디오의 이해 ”, 나남출판, 2000.
- [5] 이승희, 이교식, 류대현, 임태성, “ 고성능 실시간 3D 오디오 엔진에 관한 연구 ”, 한국정보과학회, 2001. 4.
- [6] 임태성, 이교식, 류대현, 이승희, “ TMS320C5416을 이용한 3D 입체음향 시스템의 실시간 구현에 관한 연구 ”, 한국정보처리학회, 2001. 4.