

사용자의 다채널 입력 오디오 음원 선택 및 재생 모듈 개발에 관한 연구

정종진, 임태범, 이석필
전자부품연구원, 방송통신융합센터

A Study on Deveopment of User's Contorl or Play of Multichannel input Audio Source

Jung-JongJin, Lim-TaeBum, Lee-SeokPil

Korea Electronics Technology Institute, Broadcasting&Communication Convergence Research Center

Abstract - 고품질, 고기능 오디오에 대한 대중적인 수요가 증대되고 있는데, 이는 첫째로 레코딩 기술의 발달, 둘째로 저장매체와 발달과 코딩기술의 발달에 의한 오디오 저장 데이터 량의 증가, 또한 디지털 출력회로에 의해 가능해진 저렴한 고품질 오디오 출력장치에 그 원인이 있다고 할 수 있다. 더구나, 발달된 디지털 신호처리 기술로 각종 필터의 구현, 음장재어, 3차원 사운드 효과 등이 가능해져서 시장에서의 수요를 견인하는 새로운 오디오 장치의 개발이 필요한 상황이다. 이러한 요구에 부응하여 디지털 음원들을 입력받아 임의의 필터링을 실행하고, 출력 유닛의 공간적, 음향적 특성을 상위제이기로부터 입력받아 전 신호경로 상에 디지털 신호처리 하여 출력신호를 생성하는 장치가 요구된다. 이는 단순히 청취만 가능했던 기존의 수동적이고 일방적인 오디오 서비스와 달리 청취자가 자신의 취향에 따라 음악을 들을 수 있는 능동적인 오디오 서비스가 가능해졌다

1. 서 론

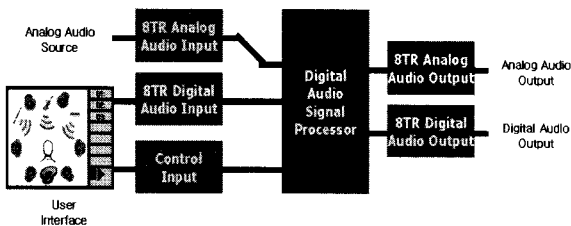
미래의 가전기기 시장은 기존의 단순 복합 디지털 가전이 아닌 사용자의 감성 제어가 가능한 인간 친화적 지능형 가전이 주류를 이룰 것이며, 그 중에서도 특히 인간의 청각을 통한 청취자 맞춤형 감성 서비스를 지원하는 실감 사운드 관련 산업은 고화질 비디오 산업과 더불어 중국 등 후발 경쟁국과 차별화 된 고부가가치 프리미엄 가전 시장을 형성할 것으로 기대된다. 청취자 맞춤형 실감 사운드를 지원하기 위해서는 음원의 획득 과정에서 광대역 음원과 함께 다양한 현장 관련 파라미터를 추출하고, 이를 청취자의 상태에 따라 적응적으로 처리하여 청취 환경의 제약 없이 청취자에게 편리하게 제공해야 한다. 유비쿼터스 시대 홈 오디오 시스템의 핵심은 실감 있는 오디오(reality), 현장에서 듣는 듯한 오디오(presence)를 사용자가 존재하는 물리적인 공간의 음향학적인 특성은 물론 사용자의 취향 및 신체적, 심리적 환경에 최적화하여 제공하는 것임. 현재 고품질 오디오는 DVD-Audio, SACD 등에서만 제한적으로 이용되고 있으며, 한단계 발전한 실감 오디오 연출 기술의 경우 세계적으로 많은 연구가 진행되고 있는데 비해, 국내 기술 개발은 미미한 상태임. 따라서 이들 기술을 제품에 적용할 경우, 많은 로열티 지출이 불가피하며, 이는 제품의 경쟁력 약화로 이어질 수 있기 때문에 경쟁력 있는 관련 기술의 확보가 중요한 실정이다.

지금의 음악 콘텐츠는 정형화된 음악파일로서 사용자는 단순히 음악의 볼륨만을 조절할 수 있는 음악 서비스 뿐이다. 최근 디지털 방송 및 콘텐츠 기술이 급속도로 발전되고 다양한 미디어 서비스가 가능해짐에 따라 사용자 또한 다양한 서비스를 요구하고 있는 실정에서 다양한 변화와 창조적 소리가 가능한 신개념의 음악 매체로 발전시키기 위한 창조형 음악 서비스가 가능해져 청취자 또는 이용자가 직접 음악 콘텐츠에 실려진 다양한 오디오 음원 소스의 특성을 선택적으로 조절하여 자신만의 새로운 오디오 콘텐츠를 생성하고 배포할 수 있는 새로운 개념의 음악 서비스를 연구하였다.

2. 본 론

2.1 시스템 개발 개요

아날로그 또는 디지털 8트랙의 입력을 받아 입력트랙에 대한 특정 필터 또는 음향효과를 구현하고, 입력트랙의 음원의 공간적 위치와 출력장치(Speaker)의 공간적 위치를 제어장치로부터 전달받아 각 출력장치에 대한 원시 출력신호를 생성하고, 생성된 원시 출력신호에 대하여 특정 필터를 구현하여 최종적인 출력신호를 생성한다.



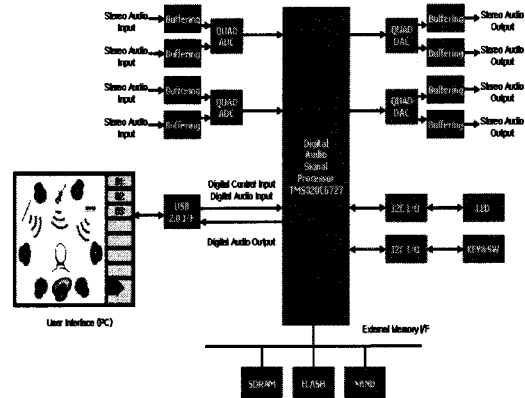
<그림 1> 시스템 개발 개요 블록선도

2.1.1 시스템의 하드웨어 구성

TI사의 오디오용 부동소수점연산 DSP TMS320C6727B를 중심으로 PC 및 소스 스트리밍 장치와의 통신을 위한 Cypress사의 USB 디바이스 컨트롤러 CY7C68013A블락, 그리고 저장장치로 SDRAM, Flash, NAND 메모리, 오디오 입출력을 위한 ADC, DAC블락으로 구성된다.

<표 1> DSP 정격 Spec

번호	신호	정격
1	전원 전압	6.5V-10V, 권장전압 6.5V
2	전원 전류	1700mA, 순시최대전류 2000mA
3	오디오 입력	Differential 3Vpp CDIN
4	오디오 출력	Differential 3Vpp CDOUT



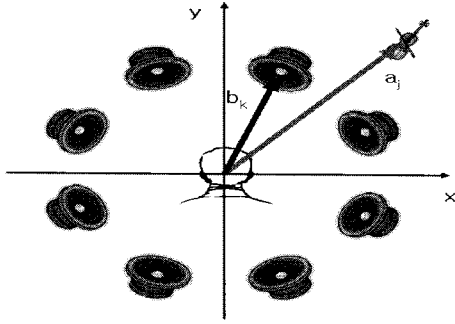
<그림 2> 시스템 개발 H/W 블록선도

2.2 독립음원 재생 기반 기술

2.2.1 독립 음원 음장 구현

독립된 N 개의 입력소스(트랙)가 공간상에 존재한다면, 가장 이상적인 음향장치는 현장에서 들리는 것과 동일하게 N 개의 소리를 재생하는 장치이다. 그러나 기존의 출력장치는 단일한 스피커유닛에서 스테레오, 5.1채널, 7.1채널로 점차 출력유닛의 개수가 증가하고 있지만 원래의 음원을 독립적으로 저장하고 있지 않고, 출력채널에 대한 약간의 분신호만을 저장하고 있는 실정이다. 따라서 스피커유닛의 개수가 우퍼를 제외하고도 5개에서 7개가 되더라도 음장(Sound Stage)감을 재생하는데 충분하게 활용되고 있지 못하고 있다. 제안하는 시스템에서는 음원의 음향데이터(Wave) 외에도 각 음원의 공간정보에 해당하는 위치메타데이터를 사용하여 원래의 음장을 현실감 있게 재생하고, 더 나아가 재생하는 시점에서 청취자의 공간적 위치를 변경하거나 각 음원의 위치를 개별적으로 변경하여 음원재생에 대한 새로운 부가가치를 창출할 수 있게 한다.

상기 구현의 기본적 개념을 이해하기 위해 아래와 같은 8개의 스피커유닛이 방사상으로 배치되어 있는 경우를 가정하자. 각 스피커유닛의 위치벡터를 b_k , 그리고 포인트 음원소스의 위치벡터를 a_j 라 하면 청취자가 a_j 의 위치에 있는 음원에너지 $S_j(t)$ 로부터 전달받는 에너지는 다음과 같이 유사한 방향성분을 갖는 스피커유닛들로부터 구현된다.



〈그림 3〉 독립음원과 스피커유닛의 위치 구성

먼저, a_j 위치의 음원을 재생하는데 참여할 유닛들을 선별하고, 각 유닛들에서 출력할 해당음원의 강도를 결정하기 위해 해당 음원의 위치와 각 스피커유닛 위치의 유사성을 각도정보로 추출한다.

$$\cos(\theta_{kj}) = \frac{\vec{b}_k \cdot \vec{a}_j}{|\vec{b}_k| |\vec{a}_j|}$$

그림1.2와 같은 구성에서는 스피커유닛들이 45도 간격으로 균일하게 배치되어 있으므로 상기 식에 의해 구해진 코사인 값이 0.707 이상인 스피커유닛만 구동하여도 반드시 1개 이상의 스피커유닛이 음원에 할당된다. 또한, 각 스피커유닛의 선택과 해제가 부드럽게 연속적으로 이루어져야 하므로 아래와 같은 선택변수를 도입하여 사용한다.

$$\alpha_{kj} = \begin{cases} \frac{\vec{b}_k \cdot \vec{a}_j}{|\vec{b}_k| |\vec{a}_j|} - 0.707, & \text{if } \geq 0 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

위에서 사용된 채널분리 상수 0.707은 분리도와 스피커유닛들의 연속성을 위해 변경될 수 있으며, 출력 스피커들의 위치가 변경되면 수정되거나 선택 변수 α_{kj} 를 위한 새로운 알고리즘이 사용되어야 한다.

위 변수를 사용하면 아래와 같이 각 스피커유닛이 출력해야 하는 값 $K_k(t)$ 를 구할 수 있다.

$$K_k(t) = g_k(t) \sum_{i=1}^N \alpha_{ki} \frac{|\vec{b}_k|^2}{|\vec{a}_j|^2} S_i(t)$$

스피커유닛의 거리제곱이 곱해지고, 음원 거리의 제곱이 나누어지는 이유는 파동에너지는 거리제곱에 반비례하여 전달되기 때문이다. 여기서 $g_k(t)$ 는 실시간 이득조정 값이다.

위에서 기술한 기본적인 음장 구현 방법에 더해서 독립된 입력소스에 대한 필터링, 출력채널에 대한 필터링, 공간벡터 전체를 수축시키거나 회전시키는 등의 변화 효과, 음원의 속도와 이동방향성분을 고려한 도플러 효과 등을 구현한 시스템에서 추가적으로 구현될 수 있다.

2.2.3 DSP 신호처리 Software 구현

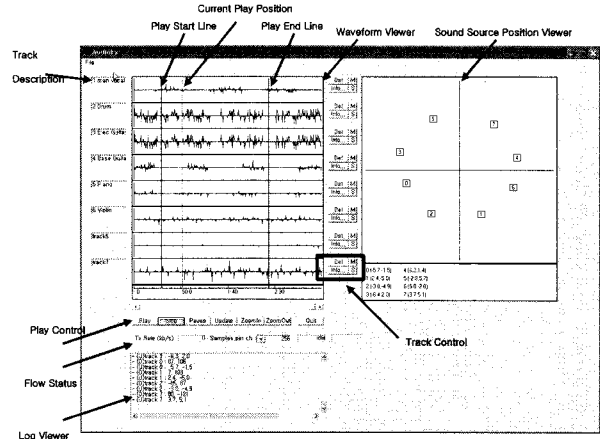
DSP 구동 소프트웨어는 상기와 같이 CSL(Chip support library)의 DSP 내부 페리페럴 제어프로그램과 외부의 ADC/DAC 등 주변장치 제어프로그램으로 구성되는 디바이스 드라이버 단과, 디바이스별 특성을 공통적인 IO API 로 변환해 주는 HAL(Hardware Abstraction Layer) 단과, 사용자 응용 프로그램으로 구성된다. 각 레이어들의 특성과 기능은 아래 표2와 같다.

〈표 2〉 DSP 신호처리 S/W Layer 설명

이름	특성
CSL	TI의 칩서포트 라이브러리 또는 신호처리 알고리즘 라이브러리로 구성되어, Interrupt controller, SPI, UART, 타이머 등의 직접적인 제어를 담당한다. PADK의 경우 보드서포트 라이브러리가 대체한다.
HAL	각 기능모듈들의 입출력을 규격화하고, 필요한 세부기능들을 간결하게 통합한다. Clock 모듈, ADC 모듈, DAC 모듈, DMAX 모듈, 호스트 인터페이스 모듈, 인터럽트 제어 모듈, 오디오 시리얼버스 모듈, UART 모듈, USB 모듈 등으로 구성된다.
Application	최종 사용자 프로그램으로 각 하위모듈을 사용하여 오디오 스트리밍 및 신호처리, 아날로그 출력 등의 상위 기능을 수행한다.

2.2.4 사용자 독립음원 개별 재생 Interface

사용자 인터페이스는 다음 그림에서 보이는 것처럼 구성되어 있다.



〈그림 4〉 사용자 독립음원 개별 재생 Interface

8개의 독립적인 트랙별로 준비된 오디오 음원 소스를 입력받아 음원별 재생 및 Mix 하여 출력을 할 수 있다. 또한 구성된 스피커의 공간 위치를 재배치 하여 사용자가 듣기 원하는 음향 효과 또한 조절이 가능하다. 독립 음원을 개별적으로 입력받아 믹싱이 가능하기 때문에 사용자는 원하는 악기 조합만으로 음악을 들을 수 있고, 보컬의 목소리를 배제한 음악 노래방 효과가 가능하여 사용자에게 더욱더 흥미롭고 고급 음악 서비스를 할 수 있다.

3. 결 론

본 논문은 디지털 음원들을 입력받아 임의의 필터링을 실행하고, 출력 유닛의 공간적, 음향적 특성을 상위제어기로부터 입력받아 전 신호경로 상에 디지털 신호처리 하여 출력신호를 생성하는 장치 및 S/W를 개발하였다.

개발을 위해 TI사의 TMS320C6727B를 사용한 전문 오디오 개발장비인 PADK상에서의 DSP 소프트웨어 및 Host 상에서의 Audio 스트리밍용 소프트웨어를 구축하였으며 독립음원의 실시간 음향효과를 새로이 개발된 알고리즘으로 구현하여 음원의 발생시점이 아닌 재생시점에서 새로운 음악적 창조가 가능하게 하였다.

이로 인해 지금의 정형화된 음악서비스에서의 단순한 음악의 볼륨만을 조절할 수 있는 음악 서비스가 아니라 청취자 또는 이용자가 직접 음악 콘텐츠에 실려진 다양한 오디오 음원 소스의 특징을 선택적으로 조절하여 자신만의 새로운 오디오 콘텐츠를 생성하고 배포할 수 있는 새로운 개념의 음악 서비스의 한 예를 보여 주었다. 이러한 연구가 계속 발전되면 오디오 음원 생산자, 재생기 생산자, 사용자등에게 모두 수익과 흥미를 가져다 줄 뿐만 아니라 더 나아가 음반 시장의 큰 변화를 줄 것 이라 예상된다.

〔참 고 문 헌〕

- [1] Marina Bosi, Richard E. Golberg, Introduction to Digital Audio Coding, 홍릉출판사, 2007