

스테레오 3D 사운드 음향효과 개선에 관한 연구

정회원 주재한*

A Study on the Stereo 3D Sound Effects Improvement

Jae han Ju* *Regular Member*

요약

가장 대중적인 오디오 형태인 MP3는 MPEG이라는 멀티미디어 동영상 처리 기술에서 파생 되었다. MP3 데이터 복원은 CD음질을 목표로 하는 음향 압축 포맷이다. 따라서 그 자체가 압축알고리즘이다. 본 논문에서는 기존의 MP3+AMP칩을 이용한 일반적인 입체 음향효과 보다는 MP3칩+3D사운드 칩으로 구성된 시스템이 입체 음향이 높으므로 이를 제작하여 기존의 제품과 비교하여 보았다.

따라서 시뮬레이션 결과, 기존 제품의 입체 음향보다 실제로 제작한 제품의 스테레오 3D 사운드 입체음향이 더욱 우수함을 보여 주었다.

Key Words : MPEG, MP3-Based, 3D Sound Chip, Surround Sound Effects

ABSTRACT

The MP3 format is currently the most popular audio format. MP3 came from the MPEG format which is considered to be the best multimedia image processing technique. MP3 is a sound compaction format which tries to maintain CD quality. In this paper, to realize more an excellent surround sound effect, we did compare a MP3 chip and 3D sound chip by the design and manufacture. As a result of simulation, surround stereo 3D sound of manufacture product show more an excellent than surround sound of existing product.

1. 서론

가장 대중적인 오디오 형태인 MP3는 MPEG이라는 멀티미디어 동영상 처리기술에서 파생 되었다.

MPEG은 국제표준화기구(ISO)와 국제전기기술위원회(IEC)가 정보표현의 표준화를 위하여 구성한 공동위원회(JTC)산하의 작업반인 JTC1/SC28/WG11의 명칭으로 동영상과 음향의 압축 및 다중화에 관한 표준을 제정하였다. 이에 디지털저장매체에 VHS 수준의 동영상과 음향을 최대 1.5Mbps로 압축 저장하기 위한 목적으로 MPEG-1(ISO 11172)을 완성하였다^[1-13].

컴퓨터, PDA, MP3 Player에서 사용되고 있는 MP3는 높은 효율로 압축된 오디오 포맷을 말한다.

따라서 MP3 데이터 복원 MP3는 그 자체가 압축알고리즘이며, MP3 음악을 듣기 위해서는 압축되어있는 데이터를 다시 복원하는 알고리즘이 필요하다^[4-15].

가장 대중적인 오디오 형태인 MP3(MPEG layer 3)는 음향 디지털 데이터가 증가하면서 데이터를 압축을 하게 되면 화질이나 음질에 큰 손실을 가져오기 때문에 이를 최소화하기 위한 연구들이 활발하게 진행되었다.

따라서 본 논문에서는 MP3 기반 스테레오 3D 사운드 음향 효과에 대해서 회로를 제작하여 시뮬레이션 및 성능에 대한 음향효과 개선을 검증하고자 한다. 이를 위하여 제 II장에서는 디지털 앰프 기술과 3S Around Sound기술에 대한 설계 알고리

* 송호대학 보건의료전자과 (jhju@songho.ac.kr)

논문번호 : 10047-1128, 접수일자 : 2010년 11월 28일

즘에 대하여 분석하고, 제 III장에서는 MP3기반 스테레오 3D 사운드 음향효과에 대해서 시뮬레이션하여 개선된 음향시스템에 대한 기능을 검증하고, 제 IV장에서 결론을 맺는다.

II. 3S Around Sound

2.1 디지털 앰프

최근 CD(compact disk), DVD(digital video disk), MD(mini disk), HDTV(High definition television), MP3 음향부의 오디오 소스는 모두 디지털화 되었다. 따라서 LP나 튜너, 카세트테이프만이 아날로그 소스로 남게 되었다.

최근에는 DVD-Audio, SACD(Super Audio CD) 등의 정밀한 기록방법이 등장하여 다이내믹 레인지가 140dB가 되는 음악신호의 기록도 가능하게 되었다.

디지털 소스들을 재생할 때는 CD 플레이어 등에 내장되어 있는 DAC(digital-to-analog converte)를 이용해서 일단 아날로그 소신호로 변환한 다음 아날로그 앰프로 증폭하게 된다. 그런데 진공관 혹은 트랜지스터를 이용한 아날로그 증폭기는 그 자체에서 열운동에 의해 잡음을 발생시키므로 트랜지스터의 직선성이 완전할 수는 없으므로 신호의 왜곡을 가져오게 된다. 따라서 이런 문제점을 해결해 줄 수 있는 디지털 앰프는 증폭을 위해 음악신호를 PWM(pulse width modulation)신호로 변환하여 증폭하는 것이다.

저주파 필터를 통과시키면 바로 원래의 아날로그 신호로 복원되는 성질이 있는 PWM신호를 증폭하는 증폭단은 일종의 스위치로서 트랜지스터의 직선성에 전혀 영향 받지 않는다^{[4],[5]}.

신호의 증폭 단계가 디지털 신호인 상태에서 이루어지므로 아날로그 증폭회로와 비교할 때 신호의 왜곡이 근본적으로 방지되며, 오디오 소스가 디지털인 경우 소스로부터 앰프로 신호가 전달되는 과정에서 음질의 열화를 방지할 수 있는 장점이 있다^[6].

기존의 아날로그 앰프는 소자의 열잡음에서 기인하는 태생적 노이즈가 내재하므로, 일정 수준 이상의 S/N(signal-to-noise)비를 갖는 증폭기의 개발이 이론상 불가능하다. 그러나 디지털앰프는 증폭에 관여하는 소자 중단의 스위칭 FET(field effect transistor) 뿐이므로 열잡음에서 해방되어 이론상 양자화 비트 수에 비례하여 무제한의 S/N비를 확보할 수 있다^[7].

기존의 아날로그 A급 혹은 AB급 증폭방식의 앰프의 경우 20~50%의 효율을 가지고 있다. 따라서 앰프중단의 발열이 있고 냉각을 위하여 방열판을 사용하는데, 그 결과 파워앰프는 전력 손실이 많고 무겁우며 크고 이동성이 떨어지는 장비로 인식되어 있다. 이러한 점은 멀티미디어 단말기에 사용되는 소규모 파워앰프에도 예외가 아니어서 이동용 멀티미디어 단말기의 개발에 난제가 되고 있다^{[8],[9]}.

디지털 앰프의 경우는 신호를 디지털 상태에서 스위칭 증폭하므로 90%이상의 효율을 얻는 것이 가능하며 소형, 경량, 고효율로 제작이 가능하여 배터리를 사용하는 이동용 장치에 사용하기가 매우 적합하다.

아날로그 부분이 극소화되므로 중단 필터부를 제외하면 한 개의 주문형 반도체로 제작 가능하다. 따라서 대량 생산에 의하여 생산비를 매우 낮출 수 있으며 고충실도, 고효율의 증폭기를 염가로 만들 수 있다는 점에서 비교할 수 없는 우위를 지닌다^{[10],[11]}.

신호가 증폭되기 전에 스피커의 액티브 크로소버, 이퀄라이제이션, 위상차 보정, 룸에 의한 음향 왜곡의 보정 등을 디지털 도메인에서 처리할 수 있다.

2.2 3S Around Sound

2개의 스피커로 입체감을 극대화하는 신 개념의 3차원 입체음 시스템 기술로써, 종래의 Surround 대비 음의 확장성이 더욱 높고 좌, 우측 채널의 신호처리 경로를 최소화하고 완벽한 대칭구조를 채택함으로써 음의 손실이 적고 S/N 특성이 뛰어나도록 설계된 시스템이다.

입체음을 구성하기 위해서는 기존의 L신호와 R신호의 차 성분 즉, L-R신호의 지연이나 위상적 변환을 주로 쓰고 있다. 이러한 방식의 가장 큰 문제는 신호의 왜곡과 좌우 신호의 음압차가 생겨 음성 대역인 센터 음의 손실로 음의 중심을 잃게 된다.

인간 귀의 특성이 저역 신호에 대해서는 음의 방향을 인식하기가 어려운 반면, 음의 풍부성과 박력감을 주는 특성을 가지고 있으며, 중역은 정보전달 매체의 가장 중요한 주파수 대역으로서 인간의 음성이 가지는 주파수대이다. 그리고 고역의 경우는 음의 명쾌성 관련 대역이며 또한 음의 방향성분을 대부분 이 고역에서 가지고 있다^[7].

인간의 청취 특성을 고려하여 3가지의 주파수 대역에 대하여 저역은 강조하고 중역은 그대로 유지

함과 이울러 고역은 방향성을 강조토록 구성하였다.

그림 1은 밴드 엠퍼시스가 저역강조의 역할을 수행하며 Space Enhancer는 고역 방향성 강조의 역할을 가지고 있다. 이러한 두 가지의 요소 블록이 좌우 각 매트릭스에서 산술적 연산에 의해 좌측채널에는 $\alpha L - \beta R$ 신호와 우측채널에는 $\alpha R - \beta L$ 신호가 출력되도록 신호처리를 함으로서 최종적으로 완전한 입체 신호가 얻어진다.

3S 스테레오 기술은 원음의 손실과 음의 좌우 평형을 유지하기 위해 기존의 합신호(L+R)나 차신호(L-R)를 사용하지 않는다는 점과 정보전달과 음의 중심을 잡는 중역인 음성 영역을 그대로 유지한다는 점, 입체감 상승을 위한 Out-of-phase 신호의 이득을 고역 부분에서 강조하고 있다는 점이다.

결과적으로 In-phase 특성과 Out-of-phase 특성이 오디오 주파수영역에서 상호 균형구조를 가져서 저역 Boosting, 중역유지, 고역부분 음장처리의 알고리즘으로 구성된다. 단순한 주파수특성 개선에 의한 신호처리가 아니라 좌우측신호의 성분특성에 따른 Dynamic Frequency & Amplitude Enhancement의 신호처리 특성을 가진다⁷⁾.

음의 강도에 대한 인간의 귀의 민감도는 음질과 주파수에 따라 달라진다. 동일 음량 곡선은 음량을 인식하는데 있어 매우 중요하다. 따라서 그림 2에서 보는 것처럼 귀의 민감도는 저주파수 영역에서 고주파수 영역에 비해 떨어지는 것을 알 수 있다. 가장 최고로 민감한 주파수는 3500~4000Hz 영역임을 알 수 있다. 일반적으로 음량을 조절하는 것은 저주파수 영역을 강화해 주는 것이 이러한 이유이다.

그림 3은 역상의 음원에서 음의 강도차이에 따른 음상의 이동을 나타내고 있다. 그림 3의 (a)와 같이 오른쪽의 음원을 역상으로 할 경우 음상은 중앙으로 모여 A지점에서 나타나거나 청취자의 뒷부분인 B에서 나타나게 된다. 만약 왼쪽 스피커의 음 강도를 크게 줄였을 경우 음상은 오른쪽 스피커의 바

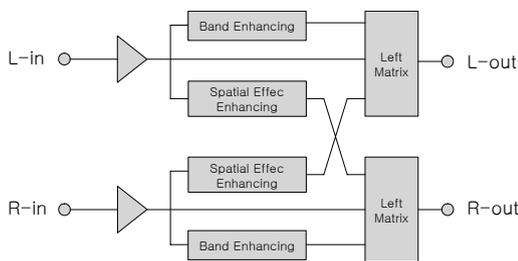


그림 1. 밴드 엠퍼시스 및 Space Enhancer 역할
Fig. 1. Band Emphasis & Space Enhancer part

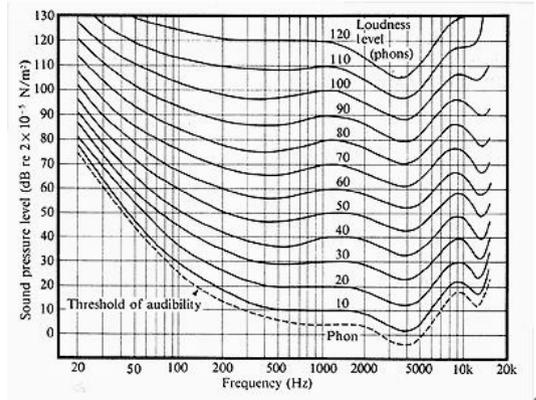


그림 2. 음량 인지 결과
Fig. 2. The result of a volume recognition

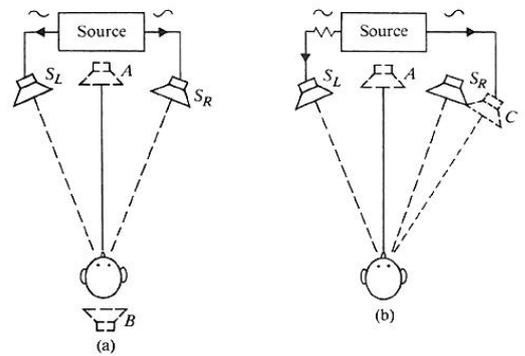


그림 3. 두 역상 신호간의 음상의 위치
Fig. 3. The location of the voice at a two reverse phase signal interval

깎쪽으로 이동하게 된다.

음상의 확장은 그림 4에서 주파수 강조에 의해 나타난다. 만약 고주파수 영역을 강조하면 그 스피커가 강조되고 저주파수 영역을 강조하면 상대편 스피커가 힘을 얻게 되어 음상이 확장되며 음원의

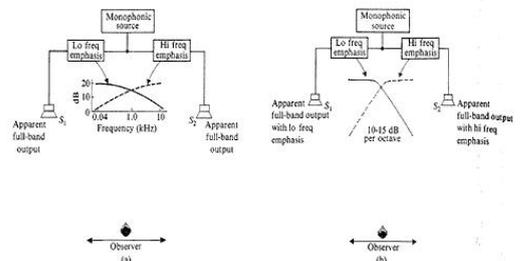


그림 4. 두 음원의 주파수 강조를 통한 음상의 확장
Fig. 4. The two expansion through Frequency emphasis of the sound source

위치감을 얻을 수 있는 영역이 확장되게 된다.

이렇게 확장된 영역 내에서 청취자가 움직이더라도 같은 효과를 얻게 된다. 만약 이러한 주파수 교차(크로스오버)가 갑자기 붕괴할 경우 그림 4(b)에 서처럼 음색은 달라질 것이다^{10),11)}.

III. 시뮬레이션

스테레오 3D 음향효과 개선을 위한 전체 음향시스템의 H/W구성도에서 오디오 코덱과 3D 사운드 구성도는 그림 5와 같으며 전체 시스템의 H/W 구성회로는 MP3 칩에 NOR 플래시 메모리, SDRAM, USB 2.0, CSTN-LCD, HDD, 리튬 폴리머, 스테레오 코덱, General Audio AMP, 2개의 스피커로 구성하였다.

그림 6은 Audio codec과 3D 사운드 구성도를 나타내었다.

전체 음향시스템의 S/W구성은 Visual C++ 7.1, WTL, Windows DDK으로 구축하였다.

그림 7은 MP3 회로에서 3D 사운드를 장착하여 제작한 실제 시작품이다.

MP3 3D 사운드의 개발은 모토로라 칩을 기초로 이루어졌다. MCU는 Digital Audio Encoder/ Decoder 칩으로 MP3와 3D사운드 플레이어 칩으로 널리 이

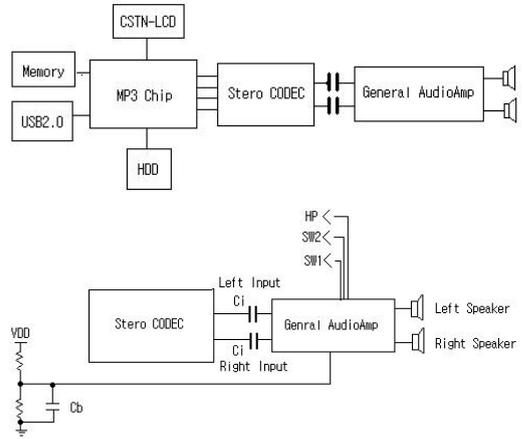


그림 5. H/W 시스템 구성도
Fig. 5. System Structure H/W

용된다. MCU의 코어는 ARM 940T로 소스코드를 작성하여 ARM SDT에서 컴파일 하였고, 그로 인해 생성되는 ROM파일을 512KByte의 NOR 플래시 메모리에 다운로드하여 작업하였다.

그림 8에서 F/W상의 Main loop를 통해서 계속 루프를 돌면서 Mode로 이동되고, Encode Process를 통해 MP2, MP3, OGG, WMA Decoder와 MP3 Encoder에 접근한다. 외부장치 CSTN_LCD, KEY, 오디오 코덱, 3D사운드, RADIO는 MCU을 통해

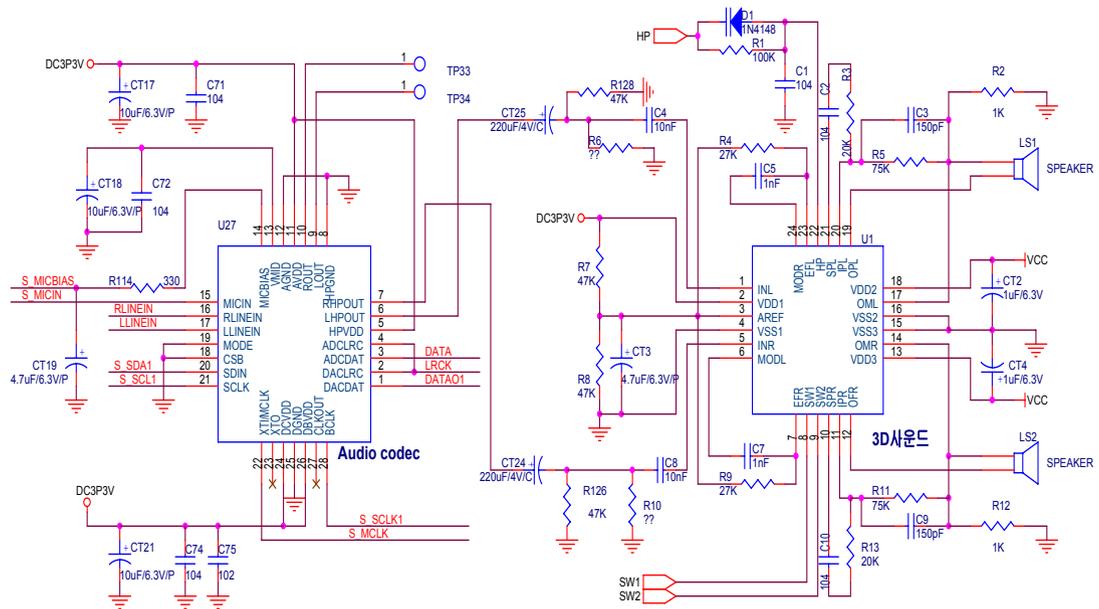


그림 6. 오디오 코덱과 3D 사운드 구성도
Fig. 6. Audio codec & 3D sound structure

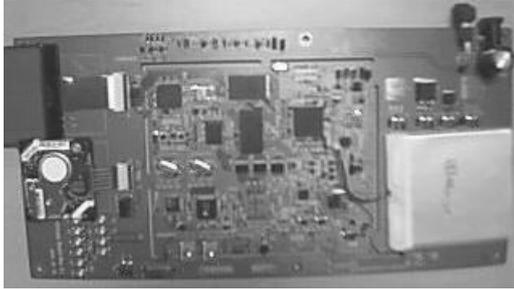


그림 7. MP3와 3D 사운드 제작 보드
Fig. 7. A manufacture board of MP3 & 3D Sound

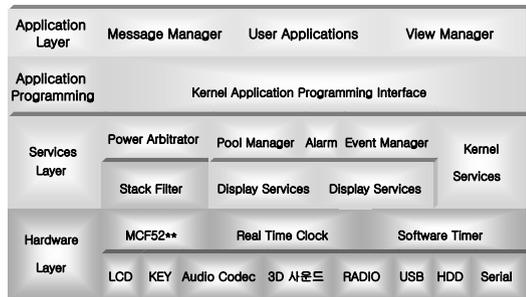


그림 8. Kernel 시스템 구성도
Fig. 8. System Structure Kernel

제어되며, 총괄적인 기능을 모토로라 MCU에서 수행하게 된다.

그림 9는 MP3와 3D 사운드의 인터페이스를 연결하여 Audio In과 Speaker out에서 Power ON/OFF Sequence를 오실로스코프로 출력한 결과이다.

그림 10과 그림 11은 그림 9의 결과에서 Cb(uF)와 Ton(msec)의 측정값을 보여 준다. 여기서 Ton값이 너무 높으면 음질 효과 특성이 저하된다.

따라서 시뮬레이션한 결과, 3D와 MP3 특성값이 일반 AMP(amplifier)와 MP3 보드 측정된 결과값보다 입체 음향효과 특성을 나타내었다.

MP3+3D 사운드와 일반 MP3+AMP의 실험결과에서 Ton값이 너무 높으면 음질 효과 특성이 저하

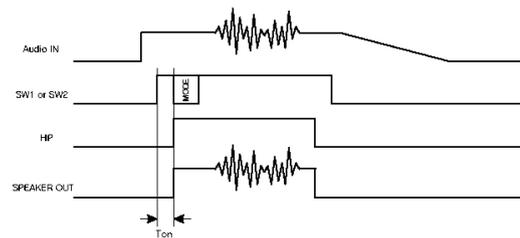


그림 9. Power ON/OFF Sequence 오실로스코프 결과
Fig. 9. The result of the Power ON/OFF Sequence Oscilloscope

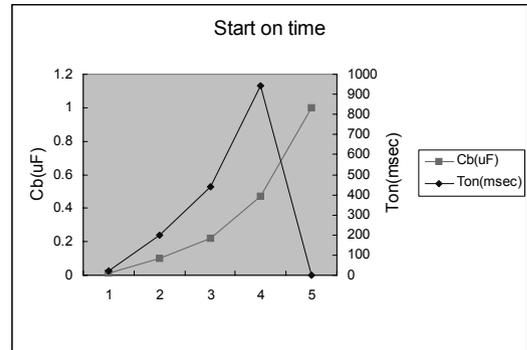


그림 10. 3D와 MP3 보드 측정 결과
Fig. 10. The result measures of the 3D & MP3 board

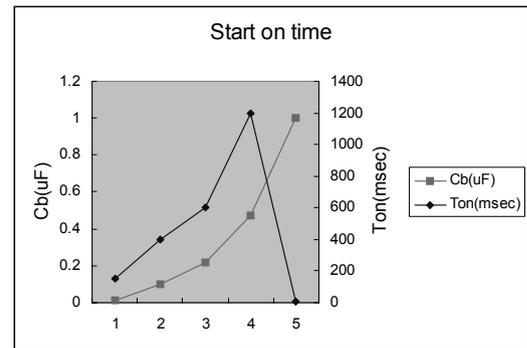


그림 11. AMP와 MP3 보드 측정 결과
Fig. 11. The result measures of the AMP & MP3 board

된다. 따라서 3D와 MP3특성값이 일반 AMP와 MP3 보드를 측정된 결과값보다 입체 음향효과 특성을 나타내었다.

IV. 결론

본 연구는 일반 AMP로 제작한 오디오 기기와 기존의 3D Sound 제품과의 성능비교를 위해 제안된 방법으로 제작한 시작품과의 성능분석 결과를 통해 입체 음향효과의 우수한 특성을 보였고, 제안된 제품의 특징은 2스피커 입체음향 효과, 좌·우측 음 균형 유지, 의사 MONO 모드에서 스테레오 음원에 대응하는 최소형 음향시스템을 구현하였다.

시뮬레이션한 결과에서는 3D와 MP3 특성값이 일반 AMP와 MP3 보드 측정 결과값보다 입체 음향효과 특성을 나타냈고, 오실로스코프 측정결과도 일반 MP3+AMP는 파형의 찌그러짐으로 음질이 불안정하였으나 MP3+3D사운드는 파형의 찌그러짐 없이 더 좋은 음질 특성을 보여주고 있다.

본 논문은 기존의 MP3기반에는 일반적으로 MP3+AMP 칩을 이용해서 입체 음향 효과를 나타내고 있지만, 사람들이 듣기에는 입체적으로 느끼지 못한다는 점에서 착안하여 MP3+3D 사운드 칩을 결합함으로써 더 우수한 입체 음향효과 특성을 예상하고, 이를 실제로 제작하여 기존의 제품과 성능비교 결과, 기존의 제품에서 들리는 입체음향의 특성보다 실제로 제작한 제품이 스테레오 3D 사운드 면에 있어서 더욱 우수함을 보여 주었다.

참 고 문 헌

- [1] 강성훈, “방송음향 총론”, 기전연구사, 2000.
- [2] 강성운, 강경옥, “입체음향”, 기전연구사, 1997.
- [3] 장대영, 서정일, 이태진, 강경옥, “3차원 오디오 기술 동향”, 2002.
- [4] D. Pan, “A Tutorial on MPEG / Audio Compression,” IEEE Trans. on Multimedia, Vol.2, No.2, 1995.
- [5] M. Bosi, “ISO/IEC MPEG-2 Advanced Audio Coding,” J. AES, Vol.45, No.10, Oct., 1997.
- [6] ISO/IEC 14496-3, “Information technology Coding of audio-visual objects:Audio,” International Standard, 1999.
- [7] Durand R. Begault, “3D Sound for Virtual Reality and Multimedia,” NASA/TM-2000-000000, Apl., 2000.
- [8] ISO/IEC JTC/SC29/WG11, Audio Group, “Report on the third MPEG-4 Audio BIFS Sound”, International Standard.

주 재 한 (Jae-han Ju)

정회원



1989년 2월 조선대학교 전자공학과 학사

1991년 2월 조선대학교 전자공학과 석사

1999년 2월 조선대학교 전자공학과 공학박사

2000년 3월~현재 송호대학 보건

의료전자과 부교수

<관심분야> 디지털이동통신 및 데이터통신, 디지털 신호처리 등