

White Paper

**MPEG-4 High Efficiency AAC
Audio Coding**

January 2004

McubeWorks, Inc.

Global leader in mobile multimedia

1. 서론

기존의 지각적 오디오 파형 부호기(perceptual audio waveform coder)의 압축 효율은 이미 상당한 수준에 도달해 있지만 여전히 아날로그 및 디지털 전화망을 기반으로 하는 시스템이나 무선 및 방송 시스템의 요구를 충족하기에 충분히 높은 것은 아니다. 또한 압축 효율을 높일 목적으로 단순히 비트 전송률을 허용 범위 이하로 낮추는 것은 부호화 과정의 양자화 오차를 오디오 신호의 차폐 경계치(masking threshold) 이상으로 초과하게 함으로써 잡음이 발생하는 심각한 음질의 저하를 초래한다. 기존의 지각적 오디오 부호기에서 이러한 문제를 극복하기 위해 사용되는 방법 가운데 하나는 부호화될 오디오 스펙트럼의 대역폭을 줄임으로써 부호화에 사용될 자원을 제한된 스펙트럼 대역에 집중시키는 것이다. 그러나 이 방법은 심각한 음질의 저하를 막을 수는 있지만 스펙트럼 대역폭이 제한된 결과 힘없고 억눌린 음질의 발생을 불가피하게 한다. 이런 문제에 대한 방안으로서 오디오 신호의 고주파와 저주파 성분 사이의 연관성에 대한 연구에 기초하여, 고주파 스펙트럼의 특성을 표현하는 소량의 데이터를 이용해 저주파 스펙트럼으로부터 고주파 스펙트럼을 복원해내는 기술을 일컬어 일반적으로 “대역폭 확장(Bandwidth Extension)”이라고 한다.

MPEG-4 High-Efficiency(HE) AAC는 대역폭 확장 기술의 하나인 SBR(Spectral Band Replication) 알고리즘을 MPEG AAC와 결합한 오디오 부호기로서 MPEG AAC와 비교할 때 동일한 비트전송률에서 압축 효율이 약 두 배정도로 향상된다. HE AAC는 128kbps의 비트전송률에서 5.1 채널 스트리밍과 다운로드 서비스를 제공할 수 있고, 48kbps에서 CD 음질 수준의 스테레오 오디오 부호화가 가능하다. 또한 HE AAC로 부호화된 비트열의 구조가 SBR 부호화 정보를 기존의 AAC 비트열의 내부에 포함하는 형태로 되어있기 때문에, HE AAC는 이전 MPEG-2/4 AAC 비트열을 문제없이 복호화할 수 있고, 기존의 AAC 복호기는 HE AAC로 부호화된 비트열의 AAC 부분을 정상적으로 복호화할 수 있는 역방향 및 전방향 호환성(backward/forward compatibility)을 갖는다.

본 글에서는 MPEG-4 HE AAC의 기술적 원리 및 성능, 그리고 가능한 응용 분야에 대해 살펴본다. 먼저, 심리음향 모델과 이를 기본 원리로 하는 지각적 오디오 부호기에 대해 살펴본 후, MPEG-4 HE AAC를 구성하는 기본 요소인 MPEG AAC 및 SBR에 관해 소개하고자 한다.

2. 오디오 부호기의 기본 원리

2.1. 심리음향 모델(psychoacoustics model)

대부분의 오디오 손실압축(lossy compression) 알고리즘은 원본과 압축된 오디오 신호간의 수학적 오차를 최소화하기보다는 압축된 신호를 원본과 비교할 때 사람의 주관적 감각으로 구분하지 못하는 정도를 최대화하는데 중점을 둔다. 이를 구체적인 압축 과정의 관점에서 보면 사람의 귀에 들리지 않는 소리는 제거하고 들리는 소리에만 비트 자원을 할당하는 방식으로 요약할 수 있다. 즉, 사람의 귀는 소리의 모든 성분을 인식하지

는 못하기 때문에, 오디오 신호를 사람이 그 차이를 느끼지 못하는 한도에서 상당한 정도로 수정하는 것이 가능함을 의미한다. 예를 들어 매우 낮거나 높은 주파수 성분은 사람의 귀에 거의 들리지 않기 때문에 압축 및 부호화(encoding) 과정에서 제외될 수 있다. 또한 귀의 특성 때문에 어떤 주파수에 의해 “감추어진(masked)” 주파수 성분은 원래보다 낮은 정밀도로 부호화할 수 있다. 청각기관과 뇌의 상호작용을 기반으로 이러한 효과들을 설명하는 이론을 일반적으로 심리음향 모델(psychoacoustics model)이라고 부른다. 음성 부호화에 사람의 발성기관을 기반으로 하는 성도 모델(vocal tract model)이 사용되는 것과 비교할 때, 청각기관을 기반으로 하는 심리음향 모델은 오디오 부호화에서 주요한 역할을 한다. 심리음향 모델은 오디오 신호의 어떤 성분이 주관적인 음질의 손실 없이 안전하게 제거될 수 있는지를 설명함으로써 고품질의 오디오 압축을 가능하게 한다.

사람의 귀는 보통 20Hz - 22kHz 대역에 있는 소리를 들을 수 있고, 그 중간 대역에서는 약 2Hz 단위로 주파수를 분해할 수 있다. 즉 음높이가 2Hz 이상 변할 경우에만 그 변화를 느낄 수 있고 2Hz 이하의 주파수의 변화는 감지하지 못한다. 청각 시스템의 이러한 주파수 분해 능력은 주파수 대역이 높아질수록 낮아진다. 임계대역(critical band)은 주파수 대역의 이러한 특성을 반영하는 용어로서 오디오 부호화에서 기본적으로 사용되는 개념이기도 하다. 이런 현상과 유사하게 오디오 신호의 강도(intensity)에 대한 청각 시스템의 민감도 역시 주파수에 따라 달라진다. 청각 시스템의 민감도는 2.5kHz - 5kHz 대역에서 높아지고, 그 영역을 벗어나면 감소한다. 예를 들어 어떤 주파수에서 들리는 소리가 다른 주파수에서는 동일한 강도를 갖더라도 들리지 않을 수 있다. 이러한 민감도는 “threshold in quiet” 또는 “Absolute Threshold of Hearing (ATH)” 개념으로 정리된다. ATH는 가청도(audibility)의 하한, 즉 들을 수 있는 소리의 가장 낮은 강도를 다양한 주파수에서 측정하여 구한 수치이다[그림 1]. 사람의 귀는 2.5kHz - 5kHz 대역에서 낮은 ATH 수치를 나타내고 민감도가 높아진다.

심리음향 모델을 사용한 오디오 압축에서는, 들리지 않기 때문에 부호화 과정에서 제거될 수 있는 신호의 스펙트럼 성분을 계산하기 위해 ATH를 다음에 설명되는 오디오 신호의 차폐 효과(masking effect)와 결합하여 사용한다. ATH는 차폐 효과에 의해 증가되며, ATH보다 낮은 강도를 갖는 스펙트럼 성분은 사람의 귀에 들리지 않기 때문에 부호화 과정에서 제거될 수 있다. 스펙트럼 성분에 대한 이러한 차폐 효과는 심리음향 모델의 가장 중요한 현상 가운데 하나다. 차폐 경계치(masking threshold)는 오디오 신호의 모든 음(tone)에 대하여 계산되며, 이 경계치 아래에 있는 음은 강도가 더 큰 음에 의해 차폐되어 들리지 않는다. 그림 1은 ATH와 차폐 효과를 나타낸 그래프이다.

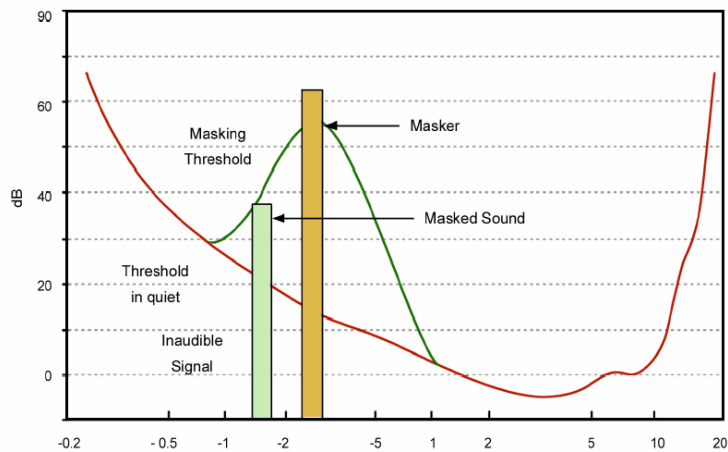


그림 1. 주파수 영역의 음향 차폐 원리.

차폐 효과에는 몇 가지 종류가 있다. 일상생활 속에서, 또렷이 들리던 소리가 다른 소리에 의해 가려지는 현상을 종종 발견할 수 있다. 예를 들어 버스 정거장에서의 대화가 지나가는 버스의 시끄러운 소리 때문에 완전히 불가능해지거나, 날카로운 박수 소리가 조용한 도서관에는 불쾌할 정도로 크게 들리지만 도시의 복잡한 거리에서는 거의 들리지 않는 경우를 들 수 있다. 이와 같이 약한 소리가 센 소리에 차폐되어 들리지 않게 되는 현상을 강도 차폐(intensity masking)라고 한다. 차폐 효과를 일으키는 또 다른 요소는 소리의 주파수 분리와 관련된다. 사람의 청각 시스템은 그림 1과 같이 강도가 높은 주파수에 인접한 약한 주파수 성분을 쉽게 식별하지 못한다. 이것을 주파수 차폐(frequency masking)라고 한다. 또 다른 형태의 차폐 효과는 조용한 소리가 센 소리의 발생 직전이나 직후에는 식별되지 않는 현상이다. 이는 약한 소리가 그 직전에 발생한 센 소리에 의해 차폐될 수 있고, 심지어 센 소리의 발생 직전에 나타나는 경우에도 차폐될 수 있다는 것을 의미한다. 이러한 두 가지 효과를 각각 전방 및 후방 시간적 차폐(temporal masking)라고 한다. 차폐 효과의 특성을 결정하는 마지막 요소는 차폐하는 음의 음조(tonality of masker)와 관련된다. 주기적인 성질이 강한 음(tonal masker)은 잡음에 가까운 비주기적인 음(noisy masker)과는 조금 다른 차폐 특성을 보인다. 따라서 차폐 관계는 소리의 스펙트럼 성분들의 음조를 고려하여 개별적으로 계산되어야 한다.

2.2. 지각적 오디오 부호화

일반적으로 심리음향 모델을 사용한 부호기는 음질 손실을 매우 적게 하면서 고음질의 원본 오디오 파일을 10에서 12배 더 작은 파일로 압축할 수 있다. 파형 부호기(waveform coder)에 심리음향 모델을 적용하는 부호화 방식을 지각적 오디오 부호화(perceptual audio coding)라고 부르며 현재까지 개발된 오디오 부호기 대부분이 이 범주에 포함된다고 할 수 있다. MPEG Layer 2, Dolby AC-3, MP3, Sony Atrac, Lucent PAC, Ogg Vorbis, MPEG AAC 등의 널리 알려진 지각적 파형 부호기들은 모두 심리음향 모델을 기반으로 하는 동일한 압축 원리를 사용한다.

그림 2는 이러한 지각적 오디오 부호기의 구조를 나타낸다. 지각적 오디오 파형 부호화의 첫 단계는 시간 영역에서 표현되는 입력 오디오 신호를 주파수 영역으로 변환하는 시간/주파수 분석 과정이다. 이것은 오디오 신호의 통계적 중복성(statistical redundancy)을 제거하기 위한 방법으로서 압축 효율이 높은 대부분의 음성

및 오디오 부호기들은 시간 영역의 신호를 직접 압축하는 대신 주파수 스펙트럼 데이터를 부호화의 기본 대상으로 다룬다. 그 후 스펙트럼 데이터는 양자화를 통해 원래보다 더 낮은 정밀도로 표현됨으로써 부호기가 처리해야 하는 정보의 양을 더욱 줄일 수 있게 된다. 이 과정에서 양자화된 스펙트럼 데이터는 원래 데이터와 다른 값으로 변하게 되는데, 이렇게 양자화 오차가 발생하는 압축을 손실 압축(lossy compression)이라고 한다. 주파수 변환과 양자화를 통해 압축된 데이터는 무손실(noiseless) 혹은 엔트로피(entropy) 부호화 과정을 거치면서 부호화의 최종 결과인 비트열로 바뀌게 된다. 지각적 오디오 부호화의 가장 중요한 원리인 심리음향 모델은 이와 같은 일련의 압축 과정에 사람의 청각 시스템의 특성을 반영함으로써 부호화될 정보의 양을 줄이는데 상당한 역할을 하게 된다. 말하자면 양자화된 스펙트럼 데이터의 정밀도를 사람의 귀에 들리지 않는 범위에서 최대한 낮추어 압축 효율을 최대화하는 것이다.

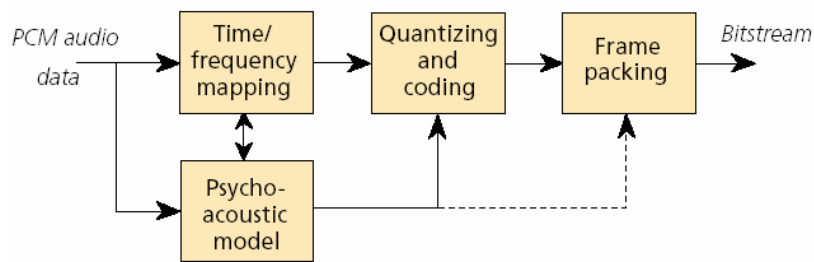


그림 2. 지각적 오디오 파형 부호기

3. MPEG-2/4 Advanced Audio Coding (AAC) 기술

International Organization for Standardization(ISO)는 비디오 및 오디오 신호의 압축 알고리즘의 개발과 표준화를 목적으로 Moving Pictures Expert Group(MPEG)을 설립하였다. 높이 평가되는 MPEG의 성과 중 하나는 MPEG-1과 MPEG-2 표준이며, 특히 MPEG-2 AAC는 당시까지 알려진 오디오 압축의 가장 효과적인 방법 중의 하나로서 1997년 4월말에 국제 표준(ISO/IEC 13818-7)이 되었다. MPEG-2 NBC(Non-Backward Compatibility)로도 부르는 MPEG-2 AAC는 오디오 데이터를 위한 손실압축 기술이며 MPEG-2 국제표준 ISO/IEC 13818-3의 확장으로서 MP3(ISO/IEC Audio Layer-3)을 대체하기위해 설계되었다. AAC는 이후 ISO/IEC 14496-3 MPEG-4 GA 및 MPEG-4 GA Version 2, Version 3로 발전되면서 성능이 더욱 개선되었다.

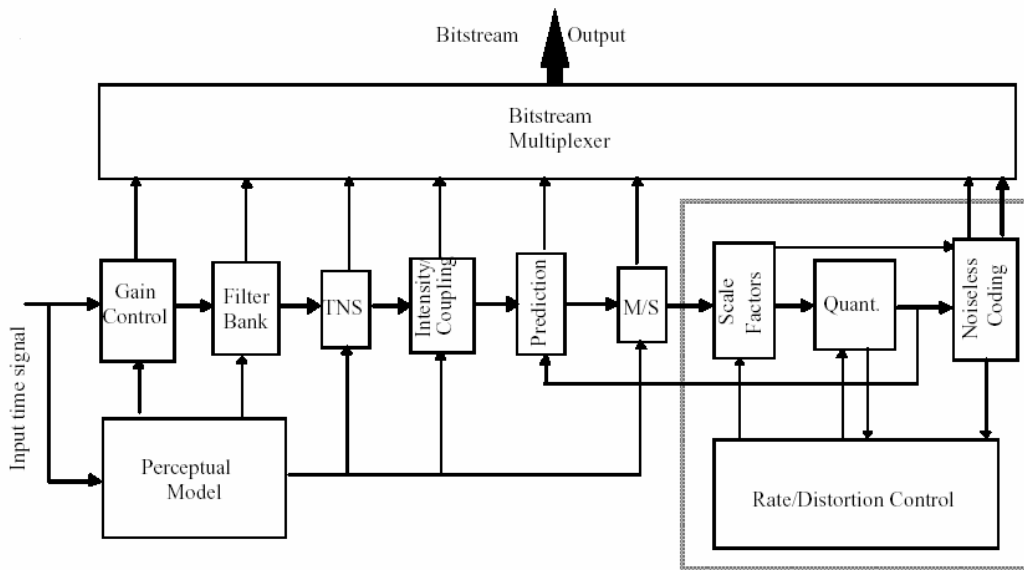


그림 3. MPEG-2 AAC 부호기

3.1. MPEG-2 AAC

모든 지각적 부호기처럼 AAC는 기본적으로 오디오 신호의 차폐 특성을 이용하여 데이터량을 줄인다. 즉, 부호화 과정에서 데이터 양자화에 의해 발생하는 잡음은 주파수 대역 단위로 신호 에너지에 의해 차폐되며 결과적으로 음질에 끼치는 영향을 감소시키게 된다. 그림 3은 MPEG-2 AAC 부호기의 구조를 나타낸 것이다. 그림에서 보듯 AAC 부호기는 주파수 변환, 양자화 및 무손실 부호화 등의 지각적 오디오 부호화의 기본 과정에 해당하는 부분과 추가적인 압축 알고리즘들로 구성된다. 각 과정에 대한 간략한 설명은 다음과 같다.

- Filter Bank: MDCT(Modified Discrete Cosine Transform)을 이용한 주파수 변환.
- Perceptual Model: 심리음향 모델을 기반으로 오디오 신호의 차폐 경계치를 계산하여 양자화 정밀도의 허용 한계를 계산하는 과정.
- Scale Factors: 심리음향 모델의 임계대역을 기반으로 양자화 정밀도 및 비트 전송률을 제어하는데 사용되는 scale factor를 계산하는 과정.
- Quant.: MDCT 계수로 표현되는 스펙트럼 데이터를 비균일 양자화하는 과정.
- Noiseless Coding: 양자화된 스펙트럼 데이터의 Huffann 부호화
- Rate/Distortion Control: 비트 전송률과 양자화 오차를 제어하기 위한 알고리즘.
- TNS: 천이 구간 오디오 신호의 시간 영역에 나타나는 양자화 오차를 제어하기 위해 스펙트럼 데이터에 LPC 기반 prediction을 적용하는 알고리즘.
- M/S, Intensity/Coupling: 스테레오 오디오의 채널간 연관성을 이용하는 알고리즘.
- Prediction: 안정 구간의 오디오 신호에 대해 예측 알고리즘을 적용하는 과정.

AAC의 이러한 부호화 방식의 기본 구조는 그 이전의 지각적 부호기들의 구조와 많이 다르지 않지만 주목할 만한 새로운 특성들을 포함하고 있다. MP3와 MPEG-2 AAC와 주요한 차이점들을 열거하면 다음과 같다.

- 표본화 주파수(sampling frequency)가 16-48kHz 범위에서 8-96kHz 범위로 증가.
- 지원되는 채널이 48개까지 증가.
- MP3의 hybrid filter bank와 대조적으로 AAC는 MDCT(Modified Discrete Cosine Transform)만을 사용한다. 또한 long block의 경우 576에서 1024로 길어진 window와 함께 사용함으로써 MDCT 성능은 MP3의 filter bank보다 뛰어나다. short block의 경우 192에서 128로 짧아진 window를 사용함으로써 천이구간의 신호(transient signal)에 대한 부호화 효율이 더 높아졌다.
- 음성 부호화 분야에서 공통적으로 사용되는 기술로서 시간적으로 균일한 오디오 신호는 쉽게 예측된다는 사실을 기반으로 하는 prediction을 적용했다.
- TNS(Temporal Noise Shaping)는 시간/주파수 부호화 기술 영역에서는 새롭게 사용되는 기술로서, 주파수 영역의 prediction을 통해 시간 영역의 양자화 잡음을 처리한다.
- 16kHz 이상의 주파수에 대한 제어 방법이 개선되었다.
- Joint stereo를 모든 scale band로 확대 적용함으로써 부호화 유연성을 높였다.
- 양자화의 정밀도를 더 세밀하게 제어함으로써 한정된 비트전송률(bitrate)을 더 효율적으로 사용한다.
- 압축, 전송될 데이터의 잉여 정보(redundancy)를 가능한 많이 제거하기 위한 무손실(noiseless) 혹은 엔트로피(entropy) 부호화 과정을 최적화하고, 비트열(bitstream) 구조의 유연성을 높임으로써 부호화 효율을 더욱 개선하였다.

이러한 특징들을 바탕으로 96kbps 비트전송률에서의 AAC는 128kbps MP3와 비교해 거의 같거나 더 나은 주관적 음질을 갖는다. 또한 MP3의 경우 여러 가지의 다른 인코더를 사용할 때 각각의 인코더가 서로 다른 성능을 나타내고 때로는 음질의 변화폭이 심한 반면 AAC는 기능 독립적인 부호화 방법을 적용함으로써 더 안정된 음질을 나타낸다. 이를 위해 AAC는 압축할 비트열의 복잡도나 원하는 성능 및 음질에 따라 특정한 응용분야에 사용할 부호화 알고리즘의 집합을 결정하는 profile의 개념을 사용한다. MPEG-2 AAC 표준은 Main profile (MAIN), Low complexity profile (LC), Scaleable sample rate (SSR), 세 가지의 기본 profile을 정의한다. MAIN 등의 상위 profile과 비교할 때 LC의 주요 특징은 prediction을 사용하지 않고 TNS 차수가 낮은 점이다. 결과적으로 LC profile을 사용하면 음질의 차이는 거의 없이 부호기와 복호기(decoder)의 복잡도가 감소하게 된다.

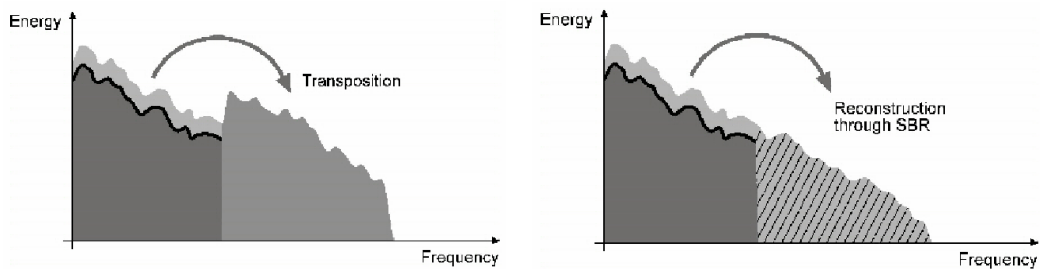
3.2. MPEG-4 AAC

MPEG-2 AAC의 표준화 이전부터 새로운 기능성과 채널당 64 kbps 이하의 낮은 전송률을 목표로 하는 MPEG-4 오디오의 개발이 병행되고 있었다. MPEG-4 오디오의 개발은 압축기술을 특정 응용 분야에 한정하는 대신 압축할 정보를 음성, 배경음악, 효과음 등의 다양한 구성요소의 결합으로 처리하기 위해 범용성(Universality), 객체-기반 구성(Object-based Composition/Representation) 및 조절성(Scalability)과 콘텐츠-기반 상호작용성(Content-based Interactivity) 등의 새로운 개념을 도입하였다. 결과적으로 MPEG-4 오디오의 부호화 영역은 2kbps의 낮은 비트 전송률 음성 부호화에서부터 채널당 64kbps 이상의 고품질 오디오 부호화에 이르기까지 확장되었다. 이 가운데 일반적인 오디오 부호화(General Audio Coding, GA)의 영역을 담당하는 MPEG-4 AAC는 이전의 MPEG-2 AAC를 기반으로 PNS(Perceptual Noise Substitution), LTP(Long-Term Prediction) 등의 알고리즘이 추가되었다. 이후 MPEG-4 GA는 Error Resilience, BSAC(Bit

Sliced Arithmetic Coding) 등의 새로운 알고리즘을 수용하며 Version 2로 발전하였고, Version 3에 이르러 SBR과 AAC가 결합된 MPEG-4 HE AAC가 표준으로 자리잡았다.

4. Spectral Band Replication (SBR) 기술

SBR의 기본 원리는 오디오 신호의 고주파와 저주파 대역 사이에 높은 연관성이 존재한다는 가정에 기반을 둔다. 이는 저주파 대역의 정보를 이용해 고주파 대역 성분을 추정할 수 있다는 것을 의미한다. SBR의 첫 단계는 저주파 스펙트럼 데이터를 고주파 대역으로 복사하는 전위(transposition)의 과정이다. 그런 다음 전대역(full bandwidth)의 스펙트럼을 갖는 원본 오디오 신호의 스펙트럼 포락선(spectral envelope)과 전위 과정에서 포함되지 않고 제외될 가능성이 있는 고주파 성분을 보상하기 위해 필요한 추가 정보를 이용해 고주파 대역의 모양을 조정한다. 그림 4는 SBR을 통한 고주파 대역 복원 과정의 개념을 도식화한 것이다.



(a) 전위에 의한 고주파 생성 (b) 고주파의 포락선 조정

그림 4. 고주파 대역의 복원 과정

그림 5는 SBR과 AAC 부호화의 결합을 나타낸 것이다. 그림에서 보듯이 SBR 부호기는 AAC 부호화 이전에 독립적으로 처리된다. 이는 SBR 알고리즘이 어떠한 형태의 압축 시스템과도 자유롭게 결합될 수 있음을 의미한다. SBR 부호화 과정에서 생성된 정보는 부호화된 비트열에 추가적으로 포함된다. 이후 SBR 복호기는 추가 정보를 이용하여 AAC 복호기에서 출력된 저주파 신호로부터 전대역(full bandwidth)의 오디오 신호를 복원한다. AAC는 SBR과 결합될 경우 AAC만 사용할 때보다 훨씬 높은 압축 효율을 갖게 되는데, 이는 SBR의 추가 정보의 크기가 매우 작기 때문에 AAC의 부호화 자원의 대부분이 저주파 성분을 부호화하는 데에만 사용될 수 있기 때문이다. SBR과 결합된 AAC를 보통 “AAC+” 또는 “aacPlus”라고 하며, 표준화 이후 공식적인 명칭은 “MPEG-4 HE AAC”가 되었다.

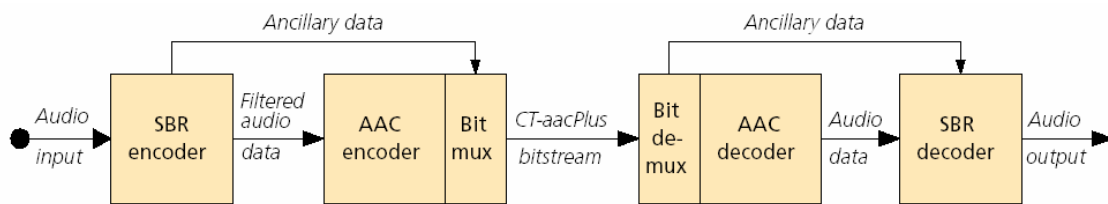


그림 5. AAC와 SBR 부호화 시스템의 결합.

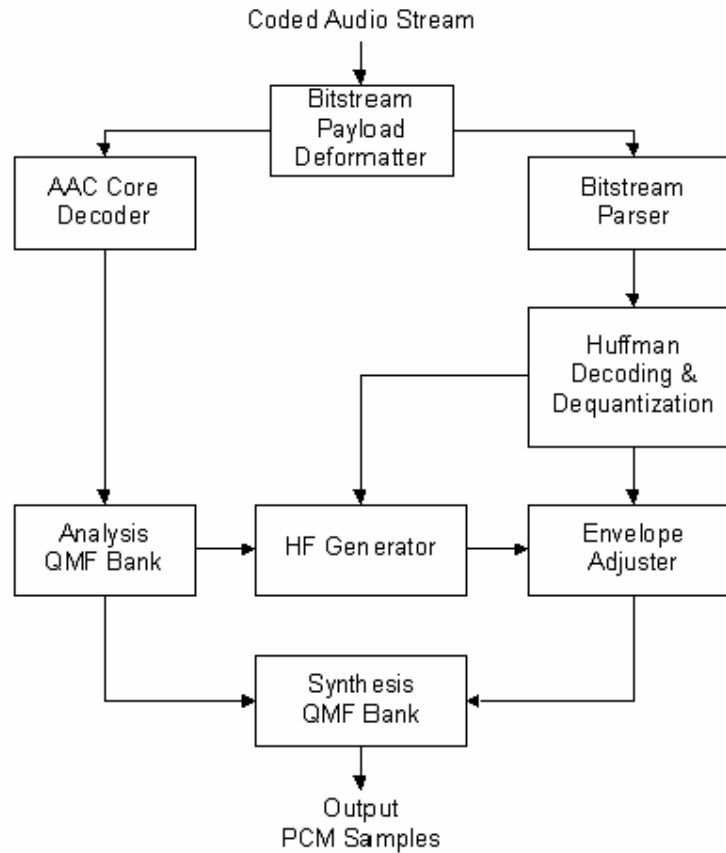


그림 6. MPEG-4 HE AAC 복호기의 구조

그림 6은 MPEG-4 HE AAC 알고리즘의 복호화 과정을 나타낸 것이다. 각 과정에 대한 간략한 설명은 다음과 같다.

- Bitstream Payload Deformatter: SBR 데이터를 AAC 비트열로부터 분리하는 과정.
- AAC Core Decoder: AAC 복호기에 의해 저주파 대역의 신호를 복호화하는 과정.
- Analysis QMF Bank: 고주파 대역의 전위를 위해 저주파 대역의 성분을 계산하는 과정.
- Bitstream Parser: SBR 비트열로부터 SBR 데이터를 추출하는 과정.
- Huffman Decoding & Dequantization: 고주파 대역의 전위 및 포락선 조정에 필요한 정보를 SBR 데이터로부터 계산하는 과정.
- HF Generator: 전위에 의해 고주파 대역을 생성하는 과정.
- Envelope Adjuster: 전위에 의해 생성된 고주파 대역의 포락선을 조정하는 과정
- Synthesis QMF Bank: 저주파와 고주파 대역의 성분을 합하여 전대역의 신호를 생성하는 과정.

5. 성능 및 응용 분야

그림 7은 HE AAC와 AAC 부호기의 음질을 비교하여 나타낸 것이다.

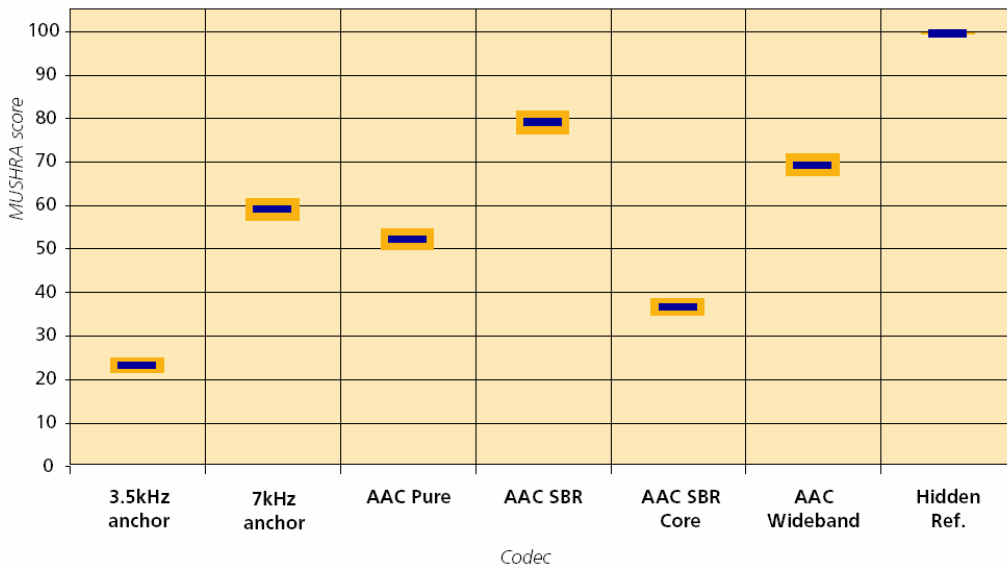


그림 7. 음질 평가 결과 (24kbps, 1채널)

이 결과는 다음과 같은 오디오 신호에 대하여 MUSHRA 테스트(EBU listening tests on Internet audio codecs, http://www.ebu.ch/trev_283-kozamernik.pdf)를 통해 얻은 것이다.

- Hidden Reference: 전대역의 원본 오디오 신호
- 3.5kHz and 7kHz anchor: 스펙트럼 대역이 3.5kHz 및 7kHz 이하로 제한된 신호.
- AAC Pure: 24kbps MPEG-4 AAC로 부호화/복호화된 오디오 신호.
- AAC SBR: 24kbps aacPlus로 부호화/복호화된 오디오 신호.
- AAC SBR core: 24kbps aacPlus로 부호화하고 AAC로 복호화한 오디오 신호.
- AAC Wideband: 32kbps MPEG-4 AAC로 부호화/복호화된 오디오 신호.

MPEG-4 HE AAC의 주요 이점은 뛰어난 오디오 음질을 제공하는 동시에 높은 부호화 효율을 갖는다는 것이다. 따라서, 플래시 메모리를 탑재한 휴대용 플레이어와 같은 파일 기반 저장 매체뿐만 아니라 디지털 방송 및 이동통신 네트워크와 같이 높은 압축 효율을 필요로 하는 응용 분야에 적합한 기술이라고 할 수 있다. 또한 전송 대역이나 저장 용량은 부호화된 오디오 채널의 수에 비례하기 때문에 높은 압축 효율은 다채널 환경에서도 유용하다고 할 수 있다. MPEG-4 HE AAC가 적용될 수 있는 구체적인 분야를 든다면 다음과 같다.

- Mobile 환경에서의 멀티미디어 응용 : VOD / MOD(music-on-demand).
 - ※ 현재 SKT의 VOD 서비스 표준으로 채택되었다.
- Mobile 환경에서의 broadcasting : PMSB / 지상파 DMB / 위성 DMB.
 - ※ 현재 국내 위성 DMB의 표준으로 채택되었다.
- 광(Optical) 및 자성(Magnetic)을 이용한 저장 디바이스, DVD, 기타등등.
- 유선 네트워크 (ISDN, Ethernet, LAN, DSL, modem, 기타 등등)을 이용한 VOD 및 스트리밍 서비스.

6. 결 론

MPEG-4 HE AAC는 채널당 24kbps의 낮은 비트 전송률에서도 CD 수준의 높은 음질을 제공하는 저전송률 오디오 부호기로서, 기존의 지각적 오디오 부호기의 한계를 극복하기 위해 대역폭 확장 기술의 하나인 SBR을 MPEG AAC에 적용한 것이다. MPEG-4 HE AAC의 높은 압축 효율은 이동통신 및 디지털 방송과 같이 전송 대역이나 저장 용량이 제한되거나 매우 비싼 응용 분야에 적합하다고 할 수 있다. 그리고 이전의 AAC와의 양방향 호환이 가능한 구조상의 유연성은 MPEG-4 HE AAC의 또 다른 장점이라고 할 수 있다.

About McubeWorks

**The World first mobile multimedia solution
Based on H.264 / AAC+ technology**

**End to end solution deployed by SK Telecom
Cell phones introduced by LGE, SK Teletech
PDA introduced by SEC, LGE**

McubeWorks, Inc.

Suite 406, Korea Design Center, Yatap1-dong, Bundang-gu, Sungnam-city, Korea

Phone : +82 31 788 7654

Fax: +82 31 788 7655

Web: www.mcubeworks.com

e-mail: contact@mcubeworks.com