

디지털 오디오 코덱을 위한 새로운 비선형 역 양자화 알고리즘과 하드웨어 구조

정회원 문종하*, 백재현**, 선우명훈**

New Non-linear Inverse Quantization Algorithm and Hardware Architecture for Digital Audio Codecs

Jong Ha Moon*, Jae Hyun Baek**, Myung Hoon Sunwoo** *Regular Members*

요 약

본 논문은 디지털 오디오 코덱에 효율적으로 적용 가능한 새로운 역 양자화 테이블 보간 알고리즘과 알고리즘에 특화된 DSP (Digital Signal Processor) 명령어 및 하드웨어 구조를 제안한다. 비선형 역 양자화 알고리즘은 대표적으로 MPEG-1 Layer-3와 MPEG-2/4 AAC (Advanced Audio Coding)에서 사용되며, 제안하는 명령어는 비선형 역 양자화에 최적화 되어 있다. 제안하는 알고리즘은 연산의 복잡도를 최소화하여 구현 시 전체 연산량을 줄일 수 있으며, 제안된 알고리즘은 타 알고리즘에 비해 우수한 평균 오차값을 나타낸다. 제안하는 명령어 및 하드웨어 구조는 기존의 알고리즘과 비교하여 연산 과정에서 사용되는 명령어 수를 20% 정도 줄일 수 있으며, 역 양자화의 계산 부하를 효율적으로 줄일 수 있다. 제안한 알고리즘은 일반 상용 DSP로도 구현이 가능하다.

Key Words : Audio Coding, MP3, AAC, Inverse Quantization, ASIP, SoC

ABSTRACT

This paper This paper proposes a new inverse-quantization (IQ) table interpolation algorithm, specialized Digital Signal Processor (DSP) instructions and hardware architecture for digital audio codecs. Non-linear inverse quantization algorithm is representatively used in both MPEG-1 Layer-3 and MPEG-2/4 Advanced Audio Coding (AAC). The proposed instructions are optimized for the non-linear inverse quantization. The proposed algorithm can minimize operational complexity which reduces total computational load. Performance comparisons show a significant improvement of average error. The proposed instructions and hardware architecture can reduce 20% of the instruction counts and minimize computational loads of IQ algorithms effectively compared with existing IQ table interpolation algorithms. Proposed algorithm can implement commercial DSPs.

※ 본 연구는 교육인적자원부 2단계 BK(Brain Korea) 21 과제, 정보통신부 출연금으로 MIC/IITA/ETRI, SoC산업진흥센터에서 수행한 IT SoC 핵심설계인력양성사업, 반도체설계교육센터 (IDEC)의 지원을 받아 수행되었습니다.

* LG전자 Digital TV 연구소(jongha@lge.com), ** 아주대학교 정보통신대학 전자공학부 SoC 연구실(koguryo@ajou.ac.kr, sunwoo@ajou.ac.kr)
 논문번호 : KICS2007-08-374, 접수일자 : 2007년 8월 21일, 최종논문접수일자 : 2008년 1월 2일

I. 서 론

MPEG-1/2 Layer-3 (MP3)^[1,2] (ISO/IEC 11172-3, ISO/IEC 13818-3) 과 MPEG-2/4 AAC (Advanced Audio Coding)^[3] (ISO/IEC 13818-7) 은 오디오 부호화 표준 규격으로 폭넓게 사용되고 있다. MP3는 대부분의 휴대용 오디오 시스템과 고음질의 오디오 재생 시스템에서 사용되고 있으며 MPEG-2 AAC는 일본의 DAB (Digital Audio Broadcasting) 인터넷 오디오 및 다채널 서라운드 오디오 시스템에 이르기까지 다양한 분야에서 응용되고 있다^[4].

MP3와 AAC 표준은 양자화 기법 중에 하나인 비선형 양자화 방식을 채택하고 있다^[1,2,3]. 인간의 청각은 높은 주파수 신호에 비해 낮은 주파수 신호에 대한 민감도가 상대적으로 높기 때문에 양자화 과정에서 낮은 주파수를 더욱 세밀하게 표현할수록 유리하다^[5]. 비선형 양자화는 모든 주파수 대역에 대해 같은 해상도를 갖는 선형 양자화와는 달리 저주파수 대역에 대해 높은 해상도를 갖는다. 따라서 비선형 양자화 알고리즘은 동일한 오디오 음원에 대해 저주파 대역의 양자화 잡음이 선형 양자화에 비해 적다^[5].

일반적인 오디오 시스템에는 하드웨어의 복잡성을 줄이기 위해 고정 소수점 프로세서가 사용된다^[6]. 그러나 일반적으로 고정 소수점 프로세서나 DSP 환경에서 비선형 양자화/역 양자화를 구현할 경우, 알고리즘의 특성 상 많은 연산량을 필요로 하거나 구현의 어려움이 따른다. 따라서 디지털 오디오 신호 처리 과정에서 역 양자화를 구현할 때 많은 DSP들이 LUT (LookUp Table) 방식을 사용한다^[6,7]. 최근에는 이러한 LUT의 용량을 줄이기 위한 테이블 보간 알고리즘들이 제안되었다^[6,7]. 그러나 역 양자화 테이블 보간 알고리즘들은 근사화 연산을 이용함으로써 불가피하게 오차가 발생하게 된다. 이런 오차들은 오디오 부호/복호화 과정에서 때로는 누적 연산됨으로 오디오의 음질에 직, 간접적으로 영향을 미치게 된다. 본 논문에서는 근사로 인한 오차값을 줄이며 기존의 테이블 보간 알고리즘^[6,7] 보다 계산의 복잡도를 줄인 새로운 역 양자화 테이블 보간 알고리즘을 제안하고, 제안된 비선형 역 양자화 테이블 보간 알고리즘 구현에 필요한 연산량을 효과적으로 줄이기 위한 새로운 DSP 명령어와 하드웨어 구조를 제안한다.

제안한 명령어는 역 양자화 테이블 보간 알고리즘에서 자주 사용되는 연산을 효율적으로 지원하며,

이는 과거에 제안했던 ASIP (Application Specific Instruction-set Processor)^[8,9] 에 제안하는 명령어와 하드웨어 구조를 일부 도입하여 진행하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 비선형 역 양자화 알고리즘이 MP3와 MPEG-2/4 AAC 표준에 어떻게 적용되는지 살펴보고 기존의 역 양자화 테이블 보간 알고리즘에 대해 설명한다. 3장에서는 새로운 역 양자화 테이블 보간 알고리즘을 제안하고, 4장에서는 제안한 역 양자화 테이블 보간 알고리즘은 물론 기존의 역 양자화 알고리즘을 효율적으로 지원하기 위한 명령어 및 하드웨어 구조를 설명한다. 5장에서는 기존의 테이블 보간 알고리즘과 성능을 비교한다. 마지막으로 6장에서 결론을 맺는다.

II. 비선형 역 양자화 알고리즘

본 장에서는 MP3와 MPEG-2/4 AAC 표준에서 사용되는 비선형 역 양자화 알고리즘에 대해 분석하고 기존의 역 양자화 테이블 보간 알고리즘에 대해 설명한다.

2.1 비선형 역 양자화 알고리즘

MP3 알고리즘 연구는 1987년부터 시작되었고 ISO에 의해 MPEG-1 Audio Layer-3로 규격화되었다^[5]. MP3는 128 Kbps에서 CD 음질 수준의 음향을 구현할 수 있으며, 비선형 양자화 방식을 채택하고 있다^[1,2].

MPEG-2/4 AAC는 종래의 MPEG-1 Audio와 MPEG-2 BC (Backward Compatible) 규격과는 호환성이 없기 때문에 MPEG-2 NBC (Non-Backward Compatible) 라고도 불린다. MPEG-2/4 AAC 코덱은 128kbps에서 MP3, MPEG-2 BC, Dolby AC-3, Lucent PAC 등의 타 표준에 비해 상대적으로 우수한 음질을 보인다^[10]. MPEG-2/4 AAC 코더 또한 비선형 양자화를 채택하고 있다^[3].

비선형 양자화와 역 양자화는 식 (1)과 식 (2)로 표현된다. 고정 소수점 DSP에서 4/3 제곱 연산은 테일러 시리즈 전개와 같은 연산을 필요로 하기 때문에 연산량이 커지게 될 뿐 아니라 구현도 쉽지 않다. 따라서 고정 소수점 DSP들은 일반적으로 역 양자화 연산을 LUT를 이용하여 구현한다^[6,7]. 표준에서 제안하는 양자화 값은 총 8,192개이므로 이를 LUT로 구현 시 총 8,192 워드의 LUT를 필요로 한다^[3]. 이러한 이유로 LUT의 크기를 줄이기 위해 보

간을 이용한 근사화 알고리즘이 제안되었다 [6,7]. 식 (3)은 256개의 LUT를 이용하여 8,192개의 데이터를 생성하는 테이블 보간 알고리즘의 기본 특성을 나타낸다.

$$x_quant = Sign(x_input) \times |x_input|^{3/4} \quad (1)$$

$$x_invquant = Sign(x_input) \times |x_quant|^{4/3} \quad (2)$$

$$x^{4/3} = (x/8)^{4/3} \times 8^{4/3} = (x/8)^{4/3} \times 2^4 \quad (3)$$

MPEG-2/4 AAC 복호기에서 역 양자화 과정을 거친 출력 데이터는 메인 프로파일의 경우 압축 효율을 높이기 위한 예측기 (Predictor) 의 값으로 누적 사용된다. 이때 오차가 더해진 값이 예측기의 입력으로 사용되면 들어가면 작은 오차라 하더라도 오디오 복호 과정에서 누적 연산이 되어 때로는 무시할 수 없는 음질 열화가 발생하게 된다. 그러므로 근사로 인한 오차는 작아야 한다.

2.2 기존의 역 양자화 알고리즘

직접 선형 보간 알고리즘은 LUT에 저장되지 않은 값을 선형 연산에 의해 계산하는 방식이다. 식 (4)-(6)은 256개의 LUT 값을 사용하는 직접 선형 보간 알고리즘을 나타내고 있다.

$$\begin{aligned} &\text{from } X = 1 \text{ to } 256, \\ &X^{4/3} = f(x) \end{aligned} \quad (4)$$

find the value of f(x) from the lookup table

$$\begin{aligned} &\text{from } X = 257 \text{ to } 2048 \\ &X^{4/3} = 2(f(\lfloor X/8 \rfloor + 1) - f(\lfloor X/8 \rfloor)) \\ &\quad \times \text{rem}(X/8) + f(\lfloor X/8 \rfloor) \times 16 \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} &\text{from } X = 2049 \text{ to } 8192 \\ &X^{4/3} = 4(f(\lfloor X/64 \rfloor + 1) - f(\lfloor X/64 \rfloor)) \\ &\quad \times \text{rem}(X/64) + f(\lfloor X/64 \rfloor) \times 256 \end{aligned} \quad (6)$$

X 값이 1에서 256일 때는 식 (4)와 같이 $f(x) = X^{4/3}$ 값을 LUT에서 찾는다. X 값이 257에서 2,048 사이의 값이면 식 (5)에 적용하고 X 값이 2,049에서 8,192이면 식 (6)을 적용하게 된다.

$\lfloor X \rfloor$ 함수는 X의 음의 무한대 쪽으로 가장 가까운 정수 값을, $\text{rem}(X/N)$ 함수는 X를 N으로 나렸을 때 나타나는 나머지 값을 의미한다. 직접 선형 보간 알고리즘은 연산이 간단하다. 그러나 그림 1에서와 같이 이 방법은 상대적으로 큰 근사 오차를 발생시킨다.

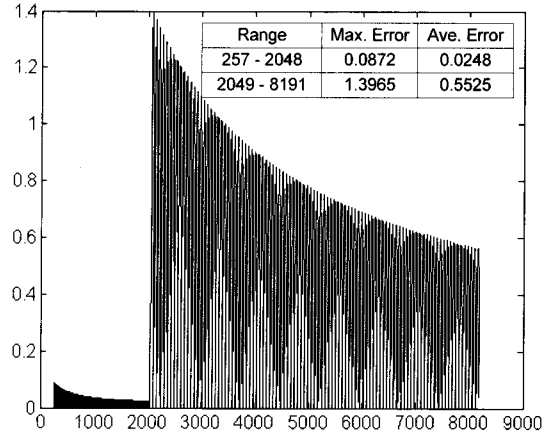


그림 1. 직접 선형 보간 알고리즘에서의 근사 오차

근사로 인한 오차를 줄이기 위해 식 (7)-(12)에서와 같은 Tsai 알고리즘 [7]이 제안되었다.

$$\begin{aligned} &\text{from } X = 1 \text{ to } 256, \\ &X^{4/3} = f(x) \end{aligned} \quad (7)$$

find the value of f(x) from the lookup table

$$\begin{aligned} &\text{from } X = 257 \text{ to } 2048 \\ &\text{if } \text{rem}(X/8) \leq 4 \\ &X^{4/3} = 2(f(\lfloor X/8 \rfloor + 1) - f(\lfloor X/8 \rfloor) - f_a(X/8)) \\ &\quad \times \text{rem}(X/8) + f(\lfloor X/8 \rfloor) \times 16 \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} &\text{if } \text{rem}(X/8) > 4 \\ &X^{4/3} = 2(f(\lfloor X/8 \rfloor + 1) - f(\lfloor X/8 \rfloor) + f_a(X/8)) \\ &\quad \times (\text{rem}(X/8) - 8) + f(\lfloor X/8 \rfloor + 1) \times 16 \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} &\text{from } X = 2049 \text{ to } 8192 \\ &\text{if } \text{rem}(X/64) \leq 32 \\ &X^{4/3} = (4(f(\lfloor X/64 \rfloor + 1) - 4f(\lfloor X/64 \rfloor) - f_b(X)/32)) \\ &\quad \times \text{rem}(X/64) + f(\lfloor X/64 \rfloor) \times 256 \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} &\text{if } \text{rem}(X/64) > 32 \\ &X^{4/3} = (4(f(\lfloor X/64 \rfloor + 1) - 4f(\lfloor X/64 \rfloor) + f_b(X)/32)) \\ &\quad \times (\text{rem}(X/64) - 64) + f(\lfloor X/64 \rfloor + 1) \times 256 \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} &f_a(X) = (2892 - X)/2^{15} \\ &f_b(X) = (210 - \lfloor X/64 \rfloor)/2^7 \end{aligned} \quad (12)$$

X 값이 1에서 256일 경우에는 직접 선형 보간 알고리즘과 마찬가지로 $f(x) = X^{4/3}$ 값을 LUT에서 찾는다. X가 257에서 8,192사이의 값을 갖는 경우

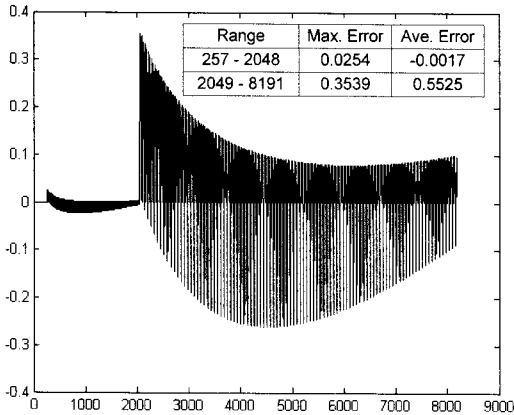


그림 2. Tsai 알고리즘 [7]에서의 근사 오차

$rem(X/N)$ 함수를 적용하게 된다. 이 알고리즘은 보간을 위해 구분한 각 구간의 최대 오차 발생 지점을 주목하였다. 최대 오차 발생 지점은 각 구간의 중심 지점으로 이 오차를 감소시키기 위하여 하나의 보간 구간을 둘로 분리하여 각각 다른 계산식이 적용된다. 그러므로 X 값이 275에서 2,048 사이의 값을 가질 때, $rem(X/8) \leq 4$ 이면 식 (8)에 적용하고 $rem(X/8) > 4$ 이면 식 (9)에 적용하게 된다. X 가 2,049에서 8,191 사이의 값을 가질 때는 $rem(X/64) \leq 32$ 이면 식 (10)에 적용하고 $rem(X/64) > 32$ 이면 식 (11)에 적용하게 된다. 또한 식 (12)를 식 (8)-(11)에 적용하면 오류값이 음과 양의 값을 교차로 가지도록 하여 누적 연산 시 오차 감소를 기대할 수 있다.

그림 2에서 보는 것과 같이, Tsai 알고리즘 [7]은 직접 선형 보간 알고리즘 [6]에 비해 낮은 근사 오차가 발생된다. 그러나 이 알고리즘은 직접 선형 보간 알고리즘에 비해 보간 구간의 판단이 추가로 필요하며 각 보간 구간에서 더 많은 연산을 필요로 하는 단점이 있다. 그림 2에서의 평균 오차값은 절대값 오차값이 아닌 오차값의 평균을 나타낸다^[7].

III. 제안하는 역 양자화 알고리즘

근사로 인한 오류와 제곱 계산을 위한 연산량을 줄이기 위해 새로운 역 양자화 테이블 보간 알고리즘을 제안한다. 제안하는 역 양자화 알고리즘은 256개의 LUT를 사용하며 식 (13)-(17)에서 보는 것과 같다.

$$\text{from } X = 1 \text{ to } 256, \quad X^{4/3} = f(x) \quad (13)$$

find the value of $f(x)$ from the lookup table

$$\text{from } X = 257 \text{ to } 2048 \quad (14)$$

$$X^{4/3} = 2(f(\lfloor X/8 + 1 \rfloor) - f(\lfloor X/8 \rfloor) - f_c(X)/8) \times rem(X/8) + f(\lfloor X/8 \rfloor) \times 16$$

$$\text{from } X = 2049 \text{ to } 8192$$

$$\text{if } rem(X/64) \leq 32 \quad (15)$$

$$X^{4/3} = (4(f(\lfloor X/64 + 1 \rfloor) - 4f(\lfloor X/64 \rfloor) - f_d(X)/32) \times rem(X/64) + f(\lfloor X/64 \rfloor) \times 256$$

$$\text{if } rem(X/64) > 32 \quad (16)$$

$$X^{4/3} = (4(f(\lfloor X/64 + 1 \rfloor) - 4f(\lfloor X/64 \rfloor) + f_d(X)/32) \times (rem(X/64) - 64) + f(\lfloor X/64 \rfloor + 1) \times 256$$

$$f_c(X) = (401 - \lfloor X/8 \rfloor) / 2^{13} \quad (17)$$

$$f_d(X) = (218 - \lfloor X/64 \rfloor) / 2^7$$

제안하는 역 양자화 테이블 보간 알고리즘에서 X 가 1에서 256 사이의 값을 가질 때는 직접 선형 보간 알고리즘 [6]과 마찬가지로 $f(x) = X^{4/3}$ 값을 LUT에서 찾게 된다. X 가 257에서 2,048 사이의 값을 가질 때에는 식 (14)를 적용하게 된다. X 값이 2,049에서 8,192 사이에 존재하면 $rem(X/64)$ 값에 따라 $rem(X/64) \leq 32$ 일 때 식 (15)를 적용하고 $rem(X/64) > 32$ 일 때 식 (16)을 적용하게 된다.

그림 3은 제안하는 알고리즘에서의 근사 오차를 나타낸다. 제안하는 알고리즘은 하드웨어 구현 시 연산량의 부담을 줄이면서 음질의 열화도 최소화할 수 있다. 또한 식 (17)을 식 (14)-(16)에 적용하여 오차값이 양의 값과 음의 값을 교차로 가지기 때문에 누적 오차 감소 효과를 얻을 수 있다^[7]. 제안하는 알고리즘은 4/3 제곱을 계산하기 위해 $rem(X/64) < 32$ 일 때, $X=1$ 에서 256까지, $X=257$ 에서

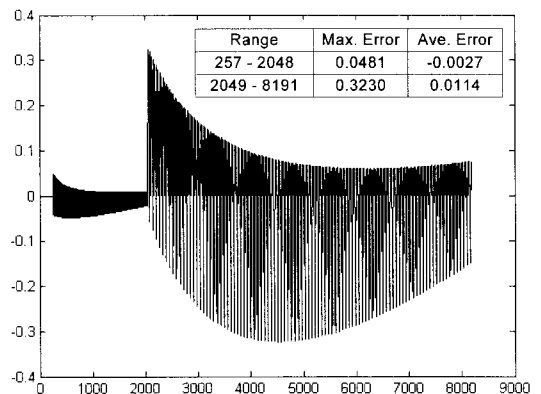


그림 3. 제안하는 알고리즘에서의 근사 오차

2048까지, $X=2049$ 에서 8129까지, $rem(X/64)>32$ 일 때, $X=2049$ 에서 8192까지 모두 4개의 구간으로 나누어진다. 따라서 제안하는 알고리즘은 4/3 제곱을 계산하기 위해 5개의 구간으로 이루어진 기존의 Tsai 알고리즘 [7]에 비해 적은 조건 분기가 필요하게 된다. 더욱이, 제안하는 알고리즘은 이에 특화된 명령어 및 하드웨어 구조를 사용해 덧셈/뺄셈 연산과 쉬프트 연산만을 이용하여 구현이 용이하다.

IV. 역 양자화 알고리즘을 위한 명령어 및 ASIP 구조

비선형의 역 양자화 테이블 보간 알고리즘의 연산 복잡도를 줄이기 위해, 새로운 명령어와 그 ASIP 구조를 제안한다. 제안하는 명령어는 제안하는 역 양자화 테이블 보간 알고리즘뿐만 아니라 기존의 역 양자화 테이블 보간 알고리즘^[6,7]에서 주로 사용하는 연산을 효율적으로 지원한다. 과거에^[8,9]에서 제안된 ASIP에는 제안한 명령어가 채택되어 구현되어 있다.

그림 4는 ASIP의 DPU (Data Processing Unit) 을 나타낸다. DPU는 두 개의 MAC 유닛과 한 개의 ALU 그리고 SUBSHIFT, ADDSHIFT와 EXTB 명령어를 지원하는 데이터 버스 스위칭 네트워크 (Data Bus Switching Network) 로 구성되어 있다.

역 양자화 테이블 보간 알고리즘에서는 쉬프트 연산 전/후에 뺄셈 또는 덧셈 연산이 함께 자주 사용된다. 이 명령어를 효과적으로 지원하기 위해 SUBSHIFT와 ADDSHIFT 명령어를 제안한다. 제안하는 구조는 ADDSHIFT와 SUBSHIFT 명령어 처리를 위한 데이터 버스 스위칭 네트워크를 가지

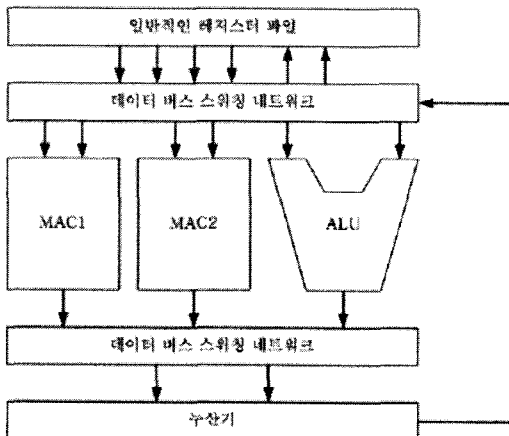


그림 4. 제안하는 DPU 구조

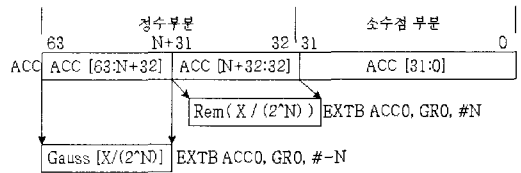


그림 5. EXTB 연산

고 있으며 쉬프트와 덧셈/뺄셈을 병렬로 처리할 수 있다.

역 양자화 테이블 보간 알고리즘에서 주로 사용되는 $rem(X/N)$ 함수와 $[X/N]$ 함수는 EXTB 명령어에 의해 효율적으로 연산된다. 제안하는 EXTB 명령어의 구문은 다음과 같다.

구문: EXTB acc0, gr0, #n

내용: $acc0 \leftarrow rem(gr0 / 2^n)$ (when $n < 0$)

내용: $acc0 \leftarrow [gr0 / 2^n]$ (when $n > 0$)

EXTB 명령어는 원본 레지스터에서 한 비트 필드를 불러오고 누산기의 비트 필드에 놓는다. 그림 5는 EXTB 연산을 나타낸다. 제안된 ASIP [8, 9]에는 EXTB 명령어가 존재하고 $rem(X/N)$ 함수와 $[X/N]$ 함수 처리가 한 연산 사이클에 가능하다.

V. 성능 비교

표 1은 제안하는 역 양자화 테이블 보간 알고리즘과 기존의 테이블 보간 알고리즘^[6,7] 간의 성능을 MATLAB을 이용해 비교한 결과를 나타낸다.

표 1에서 보인 것처럼 제안하는 알고리즘의 평균 오차값이 가장 작으므로 오디오 복호 과정에서 하드웨어의 연산량 부담을 줄이면서 음질 열화는 최소화 시킬 수 있다. 이 때, X 값이 256 미만의 값

표 1. 기존의 역 양자화 알고리즘과의 성능 비교

알고리즘	최대 오차 (257-2048)	최대 오차 (2049-8191)	총 평균 오차
직접 선형 보간 알고리즘 (4/3제곱적용) [6] (256-size LUT)	0.08728	1.39655	0.41979
직접 선형 보간 알고리즘 (1/3제곱적용) [6] (256-size LUT)	0.04365	0.69832	0.20990
Tsai 알고리즘 [7] (256-size LUT)	0.02538	0.35389	0.03161
제안하는 알고리즘 (256-size LUT)	0.04812	0.32308	0.00796

표 2. 역 양자화 알고리즘 구현 결과 (명령어 수)

프로세서	ARM7TDMI	TI 54x	ASIP
직접 선형 보간 알고리즘 [6]	29	27	21
Tsai 알고리즘 [7]	61	57	47
제안하는 알고리즘	49	46	38

을 가질 때는 LUT의 값을 이용하며, 보간하지 않은 값을 사용하기 때문에 오차값은 0이 된다.

제안하는 역 양자화 테이블 보간 알고리즘은 프로세서가 가지고 있는 일반적인 명령어로 구현이 가능하므로 대부분의 상용 프로세서를 이용한 시스템에 도입할 수 있다. 제안하는 역 양자화 테이블 보간 알고리즘은 직접 선형 보간 알고리즘 [6]에 비해 평균 오차값이 98.1% 감소되었고, Tsai 알고리즘 [7]에 비해서는 74.8% 가 감소하였다. 더욱이, 제안하는 알고리즘은 기존의 Tsai 알고리즘 [7]에 비해 적은 연산량을 필요로 한다.

표 2는 역 양자화의 하드웨어 구현 결과를 나타낸다. 제안하는 ADDSHIFT, SUBSHIFT와 EXTB 명령어는 역 양자화 테이블 보간 알고리즘을 효율적으로 지원한다. ADDSHIFT와 SUBSHIFT는 쉬프트와 덧셈/뺄셈 연산이 병렬적으로 가능하도록 지원한다. 또한, 제안하는 EXTB 명령어를 사용하여 ASIP에서 $rem(X/N)$ 함수와 $[X/N]$ 함수 연산에서 기존의 DSP가 최소 두 개의 쉬프트 명령이 필요했던 것과 비교해 한 사이클에 실행이 가능하다. 표 2에서 나타낸 것과 같이 제안하는 명령어와 하드웨어 구조는 TI 54X 프로세서, ARM7TDMI 프로세서, ASIP [8, 9] 에서 모두 Tsai 알고리즘 [7]과 비교해 역 양자화의 계산 부하를 20% 줄일 수 있다.

VI. 결 론

본 논문에서는 새로운 비선형 역 양자화 테이블 보간 알고리즘과 역 양자화 알고리즘에 특화된 명령어를 제안한다. 제안하는 알고리즘과 명령어는 MP3와 MPEG-2/4 AAC와 같은 고음질 오디오 알고리즘의 하드웨어 구현을 효과적으로 지원한다. 제안하는 알고리즘은 적은 연산 복잡도를 가지며 평균 오차값은 최소화하였다. 또한 제안한 SUBSHIFT, ADDSHIFT와 EXTB 명령어는 역 양자화 테이블 보간 알고리즘을 구현할 때 연산량을 효과적으로 줄일 수 있다. 제안한 알고리즘은 일반 상용 프로세서나 DSP로도 구현이 가능하다.

참 고 문 헌

- [1] ISO/IEC 11172-3 "Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio (Part 3: Audio)," 1st Edition, 1993
- [2] ISO/IEC 13818-3 "Coding of moving pictures and associated audio for digital storage media at up to about 1.5 Mbit/s (Part 3: Audio)," 1st Edition, Nov. 1994.
- [3] ISO/IEC 13818-7 "Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio (Part 7: Advanced Audio Coding(AAC))," 2nd Edition, Aug. 2003.
- [4] Tsung H. Tsai and Jiun N. Liu, "Architecture design for MPEG-2 AAC filterbank decoder using modified regressive method," in *proc. ICASSP*, 2002, pp. 3216-3219
- [5] AudioCoding.com, Available: <http://www.audiocoding.com/>
- [6] Keun-Sup Lee and Hyen-O Oh, "High Quality MPEG Audio Layer III Algorithm for a 16-bit DSP," in *Proc. IEEE Int. Symp. On Circuits and Syst.*, 2001, pp. 205-208
- [7] T. H. Tsai and C. C. Yen, "A High Quality Re-quantization/Quantization Method for MP3 and MPEG-4 AAC audio coding," in *Proc. IEEE Int. Symp. On Circuits and Syst.*, 2002, pp. 851-854
- [8] Suk Hyun Yoon, Jong Ha Moon and Myung H. Sunwoo, "Design of a High-Quality Audio-Specific DSP Core," in *Proc. IEEE Workshop on Signal Processing Systems*, 2005, pp. 509-513.
- [9] Suk Hyun Yoon, Jong Ha Moon and Myung H. Sunwoo, "Efficient DSP architecture for high-quality audio algorithms," in *Proc. IEEE int. Symp. on Circuits and Systems*, 2005, pp. 2947-2950.
- [10] Gilvert A, Soulodre, Theodore Grusec, Michel Lavoie and Louis Thibault, "Subjective Evaluation of State-of-the-Art Two-Channel Audio Codecs," *J. Audio Eng. Soc.*, vol. 46, Num. 4, pp. 164-177, 1998

문 종 하 (Jong Ha Moon)

정회원

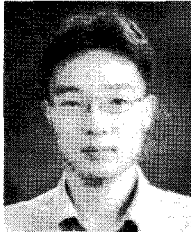


2003년 2월 아주대학교 전자 공
학과 졸업
2005년 2월 아주대학교 전자 공
학과 석사
2005년 3월~현재 LG전자 Digital
TV 연구소
<관심분야> 오디오 및 신호처리

용 SOC 설계

백 재 현 (Jae Hyun Baek)

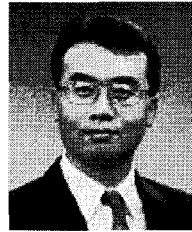
정회원



2002년 2월 아주대학교 전자 공
학과 졸업
2002년 3월~현재 아주대학교 전
자공학과 석박사 통합과정
<관심분야> 통신 및 신호처리용
SOC 설계

선우명훈 (Myung Hoon Sunwoo)

정회원



1980년 2월 서강대학교 전자 공
학과 졸업
1982년 2월 한국과학기술원 전
자공학과 석사
1982년 3월~1985년 8월 한국 전
자통신연구소 (ETRI)
1985년 9월~1990년 8월 Univ. of

Texas at Austin 전자공학과 박사

1992년 8월~1996년 10월 아주대학교 전기전자공학부
조교수

1996년 10월~2001년 9월 아주대학교 전자공학부 부
교수

2001년 10월~현재 아주대학교 전자공학부 교수

<관심분야> VLSI 및 Parallel Architecture, 통신 멀티
미디어용 DSP 칩 및 SOC 설계