

MPEG-2 AAC 오디오 코더를 위한 컴팩트화 코드워드 기반 허프만 디코딩 기법

이재식, 이은서 장태규
중앙대학교 전자전기 공학부
e-mail : *tgchang@cau.ac.kr*

Compacted Codeword based Huffman Decoding for MPEG-2 AAC Audio

Jae-Sik Lee, Eun-Seo Lee, Tae-Gyu Chang
School of Electrical and Electronics Engineering
Chung-Ang University

Abstract

This paper presents a new method for Huffman decoding specially designed for the MPEG-2 AAC audio. The method significantly enhances the processing efficiency of the conventional Huffman decoding realized with the ordinary binary tree search method. A data structure is newly designed based on the numerical interpretation of the incoming bit stream and its utilization for the offset oriented nodes allocation. The experimental results show the average performance enhancement of 54% and 665%, compared to those of the conventional binary tree search method and the sequential search method, respectively.

I. 서론

허프만 디코딩 블록은 MPEG-2 AAC 오디오 디코더를 이루는 주요 기능블록 중의 하나이다. 따라서, 오디오 디코더의 구현복잡도를 낮추도록 설계하기 위해서는 효율적인 허프만 디코더를 구성하는 것이 고려해야 할 중요한 요소 중의 하나이다.

허프만 디코더는 순차검색에 기초한 방식, 이진트리 검색에 기초한 방식, 그리고 이진트리 검색 방식을 변형한 방식 등이 대표적으로 이용된다[1][2][3]. 순차검

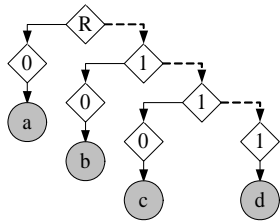
색에 기초한 방식은 구현 구조가 간단하지만, 탐색효율이 낮고, 심볼 당 탐색에 걸리는 시간의 편차가 심해 실시간 시스템 구현시 설계 장벽이 된다. 이에 반해 이진트리 검색에 기초한 방식은 심볼 당 탐색에 걸리는 시간의 편차가 적고, 평균 탐색 시간이 짧아 가장 널리 이용되는 방식이다. 이를 이용한 탐색은 이중루프 구조를 이용하는데 이는 DSP 구현시 비교 및 분기에 이용되는 명령어를 사용하므로 파이프라인 동작의 흐름을 방해하여 추가적인 대기시간이 요구되어 처리효율을 저하시킨다[2][3][4].

본 논문에서는 입력 비트스트림을 오프셋주소로 이용할 수 있도록 허프만 이진트리를 재구성하여 DSP 구현시 검색 효율을 향상시킨 새로운 구조의 허프만 디코더를 제시하였다. 제시한 방식의 성능실험을 위해 motorola 계열의 고정소수점연산 구조를 가진 DSP 시스템에 구현하여 7개의 AAC 파일들을 대상으로 수행시 소요되는 명령어수를 측정하였고, 순차탐색에 기초한 방식, 이진트리 검색에 기초한 방식, 변형된 이진트리 검색 방식의 성능들과 비교 분석하였다.

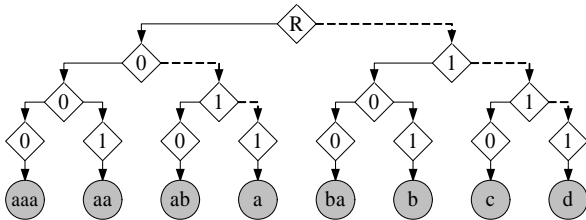
II. 컴팩트화 코드워드 기반 허프만 디코딩 방법

허프만 디코더의 테이블을 트리구조로 표현하면 그림 1(a)의 예와 같이 한쪽 방향으로 향하는 트리 형태를 갖는다. 이진 트리의 검색을 DSP로 구현할 경우 분기할 자식

노드의 결정과, leaf node 판별을 위한 비교 및 분기문이 이용되는데, 이는 프로세서의 pipe-lining 수행을 활용하지 못하여 허프만 디코더의 효율성을 저하시킨다. 본 논문에서는 이를 해결하기 위해 허프만 트리를 그림 1(b)의 형태의 완전이진 트리 구조로 재구성하고, 각 leaf node의 값을 직접 메모리 접근 방식으로 연계 함으로써 탐색시 이용되던 2중 루프 구조를 제거하였다. 또한 각 leaf node에는 코드워드에 대응되는 다수 심볼의 조합을 가지도록 하여 단위 탐색 당 얻어지는 평균 심볼의 수를 증가하여 검색효율을 극대화하였다.



(a) 허프만 이진트리



(b) 재구성한 허프만 이진트리

그림 1. 허프만 트리와 재구성한 허프만 트리의 예

III. 성능실험 및 결과

제안한 허프만 디코더의 성능실험을 위해 MPEG-2 AAC 디코더에 구현하여 7개의 MPEG-2 AAC 인코딩 파일을 대상으로 수행하여 이용되는 명령어수를 측정하였고, 순차검색방식에 기초한 방식과, 이진트리검색에 기초한 방식, 변형된 이진트리검색 방식에 기초한 방식의 성능들과의 비교를 수행하였다. 성능 비교를 위해 성능 향상도를 식 (1)과 같이 정의하였다.

$$\text{성능향상도}[\%] = (\text{상대성능} - 1.0) \times 100 \quad (1)$$

이 때, 상대 성능은 식 (2)와 같이 구현복잡도를 비율로 정의 하였다.

$$\frac{\text{제안한 방식의 명령어수}}{\text{대상 방식의 명령어수}} \quad (2)$$

성능 실험결과를 그림 2에 보였다. 그림에서 가로축은 대상 AAC 오디오 파일이고, 세로축은 여타방식에 대한 제시한 방식의 상대 수행복잡도이다. 결과를 통해 제시한 방식의 허프만 디코더가 순차 검색 방식에 54%, 이진트리 검색방식에 비해 156%, 변형된 이진트

리 검색방식에 비해 665%의 성능향상을 보였다.

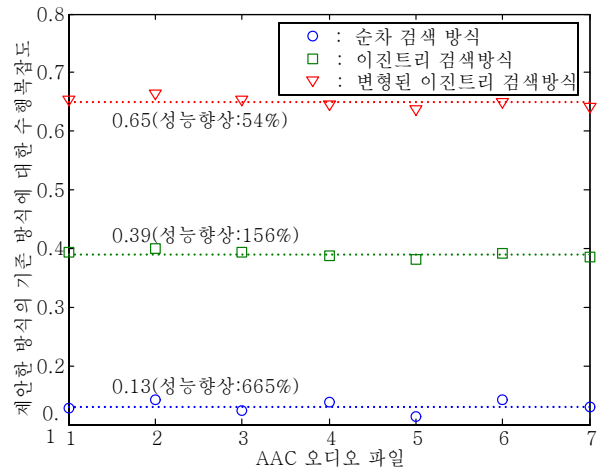


그림 2. 성능실험 결과

IV. 결론

본 논문은 한번에 다수의 심볼을 검색할 수 있고, 검색도 직접 어드레싱 방식을 이용하여 검색 효율을 극대화한 새로운 허프만 디코딩 방식을 제안하였다. 성능 실험을 위해 제안한 허프만 디코딩 방식을 구현하여 MPEG-2 AAC 디코더에 적용하였고, 그 결과, 순차검색 방식에 비해 13%, 이진검색 방식에 비해 39%, 최신의 변형된 이진검색 방식에 비해 65%의 수행복잡도를 보였다. 결과를 통해 제시한 허프만 디코더가 향후 MPEG-2 AAC 오디오 디코더 구현에 널리 활용될 수 있는 우수한 성능을 가졌음을 확인하였다.

참고문헌

- [1] R. Hashemian, "Condensed table of Huffman coding, a new approach to efficient decoding," *IEEE Trans. Comm.*, vol.52, pp.6 - 8, Jan. 2004.
- [2] R. Freking and K. Parhi, "Low-memory, fixed-latency Huffman encoder for unbounded-length codes," in *Proc. 34th Asilomar Conf. Signals, Syst., Comput.*, vol. 2, Pacific Grove, CA, Nov. 2000, pp. 1031 - 1034.
- [3] R. Hashemian, "Memory efficient and high-speed search Huffman coding," *IEEE Trans. Commun.*, vol. 43, pp. 2576 - 2581, Oct. 1995.
- [4] Jae-Sik Lee, Jong-Hoon Jeong, and Tae-Gyu Chang, "An Efficient Method of Huffman Decoding for MPEG-2 AAC and Its Performance Analysis," *IEEE Trans. Speech Audio Process.*, Vol. 13, Nov. 2005 pp. 1206 - 1209