

고속 EBCOT를 위한 제로트리기반 Tier 1 알고리즘의 FPGA 구현

최현준, 김수민, 박성호, 서영호, 김동욱

광운대학교 전자재료공학과 디지털 설계 및 테스트 연구실

chj@kw.ac.kr

FPGA Implementation of Zerotree-Based Tier 1 Algorithm
for High-Speed EBCOTHyun-Jun Choi, Su-Min Kim, Sung-Ho Park, Young-Ho Seo,
and Dong-Wook Kim

Department of Electronic Materials Eng., Kwangwoon University

요약

본 논문에서는 JPEG2000에서 전체 연산의 70%이상을 차지하는 EBCOT 알고리즘 중 Tier1과정의 연산시간을 줄이기 위해 웨이블릿 변환의 특성인 부대역간 상관도와 그로 인해 만들어지는 제로트리기반의 선행 처리 과정을 제안하였다. 그리고 컨텍스트(context) 추출 알고리즘의 효율적인 구조와 산술연산을 수행하는 MQ 부호화기를 설계하였다. 선행 처리 알고리즘은 제로트리 기반의 부대역간 상관도에 의해서 부대역별로 코드블록을 미리 구분지음으로써 컨텍스트 추출과정의 고속화를 이루었다. 제안된 알고리즘은 국제 표준의 EBCOT Tier 1 알고리즘과 비교해서 약 20%정도의 연산시간이 감소되는 것을 실험을 통해 확인해 볼 수 있었고, Verilog-HDL을 이용하여 하드웨어로 구현했을 경우 APEX20KC AEP20K1000CB652-7 FPGA 칩에서 약 15%의 자원을 사용하면서 75MHz의 동작속도를 보였다.

I. 서론

JPEG2000은 DCT(Discrete Cosine Transform)를 기반으로 하는 JPEG과는 달리 DWT(Discrete Wavelet Transform)를 기반으로 한 차세대 정지영상 국제 표준 규약이며, 이 표준은 ITU SG8과 ISO/IEC/JTC1/SC29/WG1에서 동시에 표준화를 수행하여 2000년에 완성하였다[1]. JPEG2000은 자연영상, 과학영상, 의료영상, 원격탐지영상, 문서영상, 그래픽영상 등과 같이 서로 다른 특성을 갖는 다양한 형태의 정지영상에 하나의 통합된 부호형식을 부여하는 기술이다.

DWT를 이용한 JPEG2000 정지영상 표준은 낮은 비트율(0.25bpp 이하)에서 DCT 기반의 정지영상 압축 표준인 JPEG 보다 원동한 성능을 보인다. 하지만, JPEG2000은 압축 시 많은 연산 시간을 필요로 한다는 단점을 가지고 있다. JPEG2000의 실질적인 압축과정을 수행하는 EBCOT(Embedded Block Coding with Optimized Truncation)는 가장 중요한 모듈 중 하나로 전체 연산 시간의 70%를 차지하고, 이 중에서 컨텍스트 추출(context formation) 알고리즘은 50%를 차지한다[2]. 따라서 EBCOT는 JPEG2000 시스템의 구현과 설계 시 가장 중요한 부분이다.

현재 진행되는 연구들은 대부분 EBCOT 알고리즘의 연산시간을 줄이는데 그 목적을 두고 있다. Chen은 컨텍

스트 추출 알고리즘을 수행하는 과정에서 생기는 과잉(redundancy)을 줄이기 위해 Sample Skipping(SS), Group-of-column Skipping(GOCS), Multi Column Skipping(MCOLS)등의 방법들을 제안 하였다[2]. SS 방법을 사용하였을 경우 연산시간이 기존의 방법에 비해 약 22.2%감소하는 결과를 얻을 수 있고, GOCS를 사용하였을 경우는 약 55%가 감소하는 결과를 얻을 수 있다. 그리고 두 가지 방법을 모두 사용하였을 경우 60%정도 연산 시간이 감소하는 결과를 얻을 수 있다고 한다. 또한 그의 다른 연구 보고서를 보면 Multiple Column Skipping(MCOLS)과 Pass Skipping(PxS)의 새로운 방법도 제안되었다. 하지만 이 방법도 역시 위에서 언급한 방법들에 비해 큰 이득을 얻지는 못했다. Acharya[3]는 컨텍스트 추출을 위해 각 부대역의 계수 값을 메모리에 효율적으로 저장하는 방법과 세 개의 컨텍스트 추출 블록 및 MQ-coder를 사용하는 구조를 제안하였다. Hsieh는 컨텍스트 추출에서 생기는 과잉을 줄이기 위한 방법인 Pass-Parallel 구조를 제안하였다. 이 방법에 따르면 연산 시간이 약 25% 감소하는 결과를 얻을 수 있다. 최근 Hideki[4]의 연구에서는 양자화 계수들을 비트 평면으로 만들고 이를 다시 상위 비트 평면과 하위 비트 평면으로 나누어 각각 4개씩의 MQ 부호화기를 사용하는 병렬처리 구조가 제안 되었다.

본 논문에서는 EBCOT의 Tier1알고리즘을 분석하고, 고