

HEVC에서 SAO의 성능개선을 위한 edge offset category 분류 방법

*정연경 **한중기

세종대학교

*jyk7753@nate.com **hjk@sejong.edu

Edge offset category classification method for improving the performance of SAO in HEVC

*Jeong, Yeon-Kyeong **Han, Jong-Ki

Sejong University

요약

ITU와 ISO/IEC가 공동으로 UHD급 영상 부호화를 위해 표준화를 진행하고 있는 HEVC 코덱은 H.264/AVC 대비 2배 이상의 압축 효율을 갖는 것을 목표로 정하고 있다. HEVC(High Efficiency Video Coding)는 In-Loop Filter 기술로 H.264/AVC에서 사용하고 있는 Deblocking Filter와 새롭게 추가된 SAO(Sample Adaptive Offset)를 사용하고 있다. 본 논문에서는 HEVC의 In-Loop Filter 기술 중 하나인 SAO의 기술의 EO에서 Category를 조금 더 정확하게 판단하여 분류하는 방법을 제안한다.

1. 서론¹⁾

최근 3D 영화관, 3D TV 등 3D 영상 서비스가 상용화 되었고, Full-HD급 영상을 지원하는 모바일 기기들도 많이 출시되고 있다. 이러한 영상들은 기존의 저해상도 2D 영상에 비해 데이터 량이 매우 크다. 기존의 영상 압축 기술인 H.264/AVC로 압축을 하여도 본래의 영상 데이터 량이 크기 때문에 효율성이 떨어진다. 이러한 데이터 량의 증가에 대응하여 ISO/IEC MPEG과 ITU-T VCEG이 공동으로 차세대 영상 압축 기술인 HEVC를 표준화 하였다. HEVC는 H.264/AVC 대비 주관적 화질의 성능을 2배 달성하였다.

HEVC에서는 압축 성능을 높이기 위해 여러 가지 부호화 방법들이 사용되었는데, 주관적 화질 향상과 Inter Coding의 효율을 높이기 위한 In-Loop Filter는 매우 중요한 요소이다. In-Loop Filter는 Deblocking Filter와 SAO 2가지 기술이 있는데, Deblocking Filter는 H.264/AVC에서도 사용하는 기술로써 Block Artifact 현상을 줄이는 효과를 낸다. SAO는 Deblocking Filtering 후에도 존재하는 에러를 화소별로 Offset 값을 복원 영상을 조금 더 원본 영상에 근접하도록 하는 효과를 낸다.

기존의 SAO 기술[1]에서는 복원 영상의 화소값을 이용하여 Category를 분류를 하는데 Category가 정확하지 않아서 부호화 효율을 감소시키는 문제점이 있었다. 본 논문에서는 이런 문제를 해결하기

위해 Category를 분류할 때 보다 정확한 방법으로 분류하는 방법을 제안하고 있다.

본 논문의 구성을 설명하면 다음과 같다. 2장에서는 기존의 SAO 방법과 문제점에 대하여 설명하고, 3장에서는 이 문제를 해결하기 위한 방법과 알고리즘을 설명한다. 4장에서는 제안한 알고리즘을 바탕으로 HEVC 참조 소프트웨어인 HM10.1[2]을 통해 실험을 하여 기존의 방법과 성능을 비교하였으며, 5장에서 결론을 맺는다.

2. 기존의 SAO 방법

SAO의 CTU 안에서 원본 영상과 복원 영상간 왜곡을 화소 단위로 Offset을 통해 보상함으로써, 화질 및 부호화 효율을 향상시키는 기술이다. SAO Type은 BO(Band Offset)와 EO(Edge Offset) 2가지로 나누어진다.

BO는 영역 안의 비슷한 화소 밝기 값을 가진 화소 집합에 대해 일정한 값을 더해 부호화 오류를 줄이는 방법이다. 화소가 가질 수 있는 값을 일정한 Level로 나누어 32개의 Band로 구분한다. 복원 영상의 화소가 속하는 Band에 원본 영상과 복원 영상의 차이값을 누적하고 누적된 수 만큼 나누어 Offset을 구한다. CTU 안의 모든 화소에 대해 연산을 한 후 연속된 4개의 Band를 하나의 범주로 묶어 원본 영상과의 왜곡 정도와 Band의 시작 위치 등 발생하는 비트를 고려하는 RDO 관점에서 최적의 Band를 선택한다.

EO는 화소 간 0°, 45°, 90°, 135° 4가지 Edge Class를 가지고 있으며 각각의 Class에서 화소 간 차이의 형태로 4가지 Category로 분류를 한다. 복원 영상의 화소를 Class의 방향에 따라 화소간의 차이를 구하고 화소간의 차이의 형태에 맞게 4가지 Category로 분류를 한다. 분류

1) 연락처: 한중기

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 IT융합 고급인력과정 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2012-H0401-12-1003)

된 Category의 Offset 값은 원본 영상과 복원 영상의 차이를 누적하고 누적된 수로 나누어 구한다. 모든 Class에 대해 같은 연산을 수행을 하고 RDO와 관점에서 최적의 Class를 구한다.

no SAO, BO, EO, merge left SAO, merge up SAO의 cost를 비교하여 현재의 CTU의 최종 SAO Type을 결정을 한다.

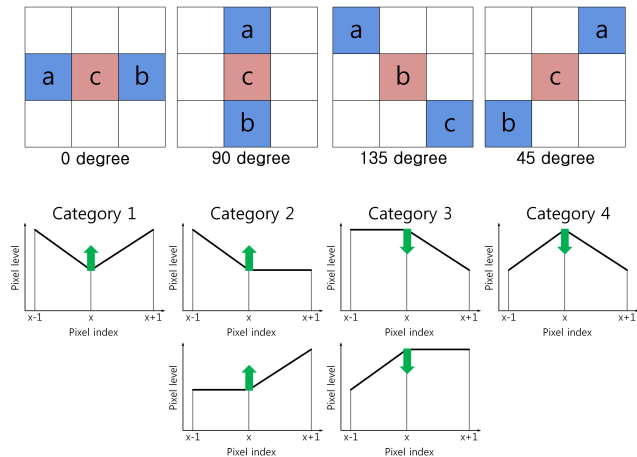


그림 1. HEVC SAO EO Type

EO에서 Category를 분류를 할 때 현재 화소 c를 기준으로 첫 번째 비교하는 a화소의 차이가 크고 현재 화소 c와 두 번째로 비교하는 화소 b의 차이는 거의 없을 경우는 Category 2 또는 Category 3에 해당한다고 볼 수 있지만 기존의 SAO 방법은 Category 1 또는 Category 4로 분류가 된다. Category에 따라 Offset값이 달라지기 때문에 Category 분류를 좀 더 정확하게 해주어야 한다.

3. 제안하는 Category 결정 방법

[그림 2]에서 현재 화소 c를 기준으로 a와의 20만큼 차이가 나고 b와는 1만큼 차이가 난다. 기존의 HEVC에서 SAO의 EO Category 분류는 Category 1로 분류가 되지만 실제로는 Category 2에 가깝다고 볼 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 Val₁과 Val₂를 비교하여 큰 값의 10%를 문턱값 t_{EO}로 두고, Val₁과 Val₂ 중 작은값을 t_{EO}와 비교하여 t_{EO}보다 작을 경우 Category 2로 재분류를 하고 t_{EO}보다 크면 기존의 방법처럼 Category 1로 분류를 한다.

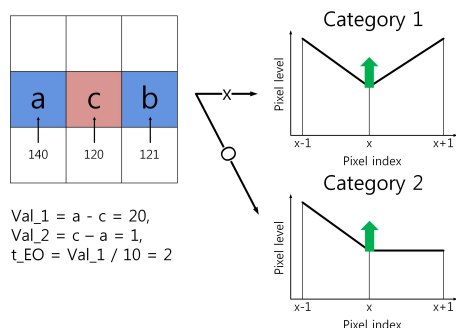


그림 2. 제안하는 EO Category 결정 방법의 예

4. 실험 결과

제안된 방법은 HEVC 참조 소프트웨어인 HM 10.1에 적용하였다. 실험 조건은 Class별로 부호화 환경은 Random access main과 Low delay P main, QP는 27, 32, 37, 42로 사용 하였고 실험 영상은 영상의 최대 Frame으로 실험을 하였다. 복잡도 계산은 (1)를 이용하여 산출하였다. HM 10.1을 기준으로 상대적 변화를 측정하기 때문에 BD-rate[3]에 의해서 구한 동일 PSNR 대비 비트 증가율이 음수일 경우 압축 효율이 증가하였음을 의미하고, 실험 속도가 100%보다 클 경우 부호화기 연산량이 증가 되었음을 의미한다.

$$\Delta T = \frac{T_{method} - T_{HEVC}}{T_{HEVC}} \times 100(\%) \quad (1)$$

표 1. Random Access Main 환경의 실험 결과

| BD-rate | Random Access Main | | |
|----------|--------------------|--------|--------|
| | Y | U | V |
| Class A | -0.1% | 0.1% | -0.3% |
| Class B | -0.2% | -0.1% | -0.1% |
| Class C | -0.1% | -0.1% | -0.2% |
| Class D | 0.0% | 0.1% | 0.0% |
| Class E | -0.1% | -0.2% | -0.1% |
| All | -0.10% | -0.04% | -0.14% |
| Enc Time | 100% | | |
| Dec Time | 102% | | |

표 2. Low Delay Main 환경의 실험 결과

| BD-rate | Low Delay Main | | |
|----------|----------------|--------|--------|
| | Y | U | V |
| Class A | -0.1% | 0.1% | -0.2% |
| Class B | -0.2% | -0.3% | -0.2% |
| Class C | -0.1% | 0.0% | -0.1% |
| Class D | -0.1% | -0.1% | 0.0% |
| Class E | -0.1% | -0.2% | -0.1% |
| All | -0.12% | -0.10% | -0.12% |
| Enc Time | 100% | | |
| Dec Time | 102% | | |

실험결과 복잡도는 크게 증가하지는 않았지만 BD-rate는 개선되는 영상이 있는 반면 비교적 많이 개선되지 않는 영상도 있는 것을 알 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 HEVC에서의 SAO의 EO Category를 문턱값으로 판별하여 보다 정확히 분류하는 방법을 제안하였다. 기존 방법에서는 EO Category를 결정할 때 화소간의 차이가 많아도 전혀 고려하지 않았지만 제안 하는 방법은 문턱값을 이용해 화소간의 차이를 고려하여 Category를 분류함으로써 기존의 방법보다 EO의 Category 분류 정확도를 높였다.

컴퓨터 실험 결과에 의하면, 제안하는 EO Category 결정방법을 사용함으로써 기존의 방법보다 분류가 정확해져서 보정되는 Offset 값에 영향을 주어 화질이 조금 향상되는 것을 확인할 수 있었다. 제안하는 방법은 기존의 HEVC의 복잡도 보다 평균 약 2%의 복잡도가 증가하였지만 BD-RATE는 평균 약 -0.11%로 성능이 개선되었다.

6. 참고 문헌

- [1] JCT-VC of ISO/IEC MPEG and ITU-T VCEG, "High Efficiency Video Coding (HEVC) Test Model 10 (HM 10) Encoder Description," JCT-VC doc. JCTVC-L1002, Geneva, Jun 2013.
- [2] HEVC reference software (HM 10.1) [Online]. Available : <http://hevc.kw.bbc.co.uk/trac/browser/tags>
- [3] Gisle Bjontegaard, "Calculation of Average PSNR Differences between RD curves," VCEG-M33, ITU-T SG16 Q.6 Contribution, April 2001.