

# 화면 내 예측을 위한 보간 필터에 관한 연구

임수연 / 세종대학교 Digital Media System Lab.

영상 해상도가 증가하면서 압축 효율이 높은 영상압축의 필요가 증가하고 있다. VVC(Versatile Video Codec)는 HEVC(High-Efficiency Video Coding) 이후 개발된 차세대 비디오 코딩 표준으로, 높은 압축률과 360° 동영상, 고해상도, 스크린 콘텐츠 등 여러 종류의 영상 압축을 목표로 개발되었다.

VVC의 화면 내 예측 기술에서, 정수 위치의 샘플을 이용하여 소수 위치의 참조 샘플을 생성하기 위해 보간 필터를 사용한다. VVC 표준에는 Discrete Cosine Transform-II(DCT-II)를 이용한 DCT 보간 필터와 Smoothing 보간 필터의 두 가지 보간 필터가 존재한다. 이 두 보간 필터는 모두 길이가 4이며, 블록의 크기와 화면 내 예측 방향성 모드에 따라 현재 블록에 사용될 보간 필터가 선택된다.

본 연구에서는 화면 내 예측 기술의 성능을 향상시키기 위해 보간 필터에 대해 연구하였으며, 더 정확한 예측 샘플을 생성하는 것을 목표로 하였다. 예측 샘플의 정확성을 높이기 위해 더 많은 정수 위치 샘플을 참조하도록 길이가 8인 DCT 보간 필터와 Smoothing 보간 필터를 디자인하였다. 또한 현재 블록에 사용할 보간 필터 선택 방법을 새롭게 적용하였다. 현재 블록의 특성에 맞는 보간

필터를 사용하기 위해 현재 블록과 참조 샘플의 특성에 대해 연구하였다.

먼저, 본 연구에서는 정수 참조 샘플의 주파수 특성을 반영하면서 소수 예측 샘플을 생성하도록 2개의 8-tap 보간 필터를 디자인하였다. 8-tap DCT 보간 필터는 4-tap DCT 보간 필터보다 HPF(High Pass Filter) 특성이 더 강하고, 8-tap Smoothing 보간 필터는 LPF(Low Pass Filter) 특성이 더 강하다. HPF 특성을 갖는 8-tap DCT 보간 필터는 DCT-II에서 유도되고, LPF 특성을 갖는 8-tap Smoothing 보간 필터는 선형 필터와 [1, 6, 15, 20, 15, 6, 1] LPF의 컨볼루션을 통해 유도되었다. [1, 6, 15, 20, 15, 6, 1] LPF는 [1, 2, 1] LPF의 컨볼루션을 통해 유도되었다.

또한, 주파수 영역에서 고주파 에너지를 측정하기 위해 변환된 참조 샘플을 이용한 필터 선택 방법을 연구하였다. 해당 블록의 참조 샘플을 스케일링된 DCT-II를 사용하여 1-D 변환 후, 고주파 에너지 퍼센트를 계산하였다. 블록의 크기가 작을수록 블록이 고주파 특성을 갖는다는 점을 이용하여 블록의 크기에 따라 threshold를 사용하였다. 참조 샘플의 고주파 에너지 퍼센트가 해당 블록 크기의 threshold보다 높을 경우에는 HPF 특성을 갖

는 DCT 보간 필터를 적용하고, 작을 경우에는 LPF 특성을 갖는 Smoothing 보간 필터를 적용하였다. 주파수 영역에서 고주파의 에너지 퍼센트 계산으로 얻은 주파수 특성을 이용하여 보간 필터를 선택적으로 적용하는 방법을 사용하여 참조 샘플의 특성에 맞는 필터를 선택하여 적용하였다.

마지막으로 8-tap DCT 보간 필터 및 Smoothing 보간 필터와 주파수 기반 적응적 보간 필터라고 하는 주파수 영역 기반 필터 선택 방법을 기존 VVC 표준의 4-tap 보간 필터와 결합하여 사용하였다. 상관관계를 통해 얻은 블록의 크기가 작을수록 블록이 고주파 에너지를 가지고 있다는 특성과 magnitude response를 통해 얻은 보간 필터의 특성을 이용하였다. 블록의 크기에 따라 크기가 작은 블록에는 고주파 에너지 퍼센트를 기준으로 8-tap DCT 보간 필터와 4-tap Smoothing 보간 필터 중 선택하였다. 크기가 큰 블록에는 고주파 에너지 퍼센트를 사용하여 8-tap Smoothing 보간 필터와 4-tap DCT 보간 필터 중 선택하여 적용하였다. 해당 방법은 실험을 통해

VVC 표준의 화면 내 예측 기술보다 향상된 코딩 효율을 보여주었다.

본 연구의 주파수 기반 보간 필터 방법은 VVC 참조 소프트웨어인 VTM(VVC Test Model) 14.2에 구현되었으며 AI(All Intra) configurations에 대해 실험하였다. A1, A2, B, C, D 클래스를 사용하였고, 22, 27, 32, 37 QP(Quantization Parameter)에 대해 각각 실험을 진행하였다. VVC CTC(Common Test Condition)에 따라 BD(Bjntegaard Delta)-rate 성능을 비교하였으며, 각 Y, Cb, Cr에 대해 -0.16%, -0.13%, -0.09%의 BD-rate 성능 향상을 보였다. 실험 결과 강한 HPF 또는 LPF 특성을 가진 8-tap 보간 필터는 샘플 간의 상관성이 클 때 압축 성능 향상에 적은 영향을 주며, 샘플 간의 상관성이 작을 때는 압축 성능 향상에 큰 영향을 준다는 것을 알 수 있다. 주파수 영역에서 고주파 데이터를 고려하는 방법은 차세대 비디오 코딩 표준을 위한 강한 또는 약한 LPF 및 HPF가 필요한 비디오 코딩 모듈에 유용할 것이다.



## 임수연

- 2021년 : 세종대학교 컴퓨터공학 전공 학사
- 2023년 : 세종대학교 일반대학원 컴퓨터공학 전공 석사
- 주관심분야 : 영상압축, 영상처리, 비디오 코딩