

딥러닝 기반 복원 픽처 버퍼 프레임을 이용한 인루프 필터 방법

이정경 / 이화여자대학교 정보부호화및처리 연구실

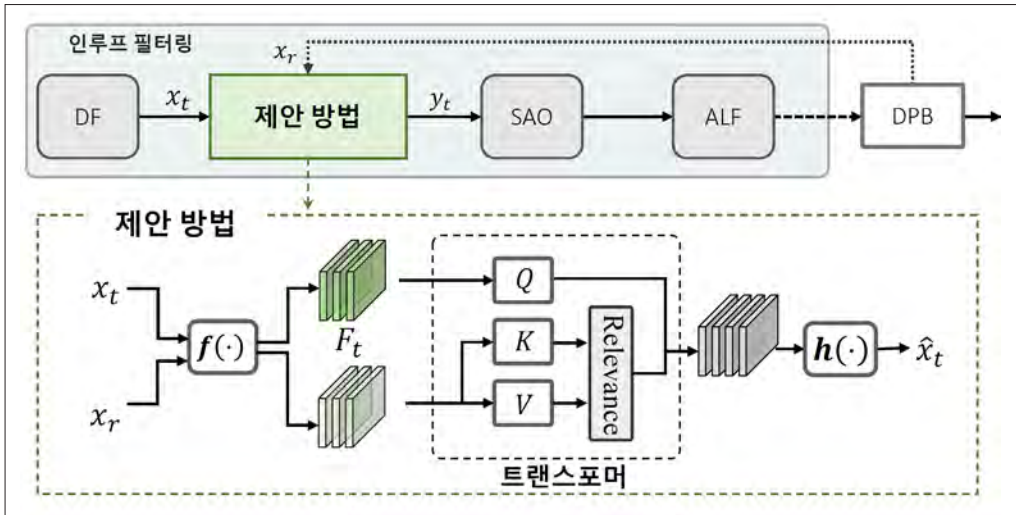
멀티미디어 데이터의 폭발적인 사용량 증가로 인하여 영상의 효율적인 저장과 전송을 위한 비디오 압축 알고리즘이 개발되었다. 최신 비디오 코딩 표준인 VVC(Versatile Video Coding)는 HEVC(High Efficiency Video Coding)에 비해 50%의 비트레이트 감소를 목표로 한다. 이에 적은 비트량을 사용하며 높은 화질 개선이 가능한 인루프 필터에 여러 방법이 추가되었다. VVC에서는 비디오 부호화 시 생성되는 양자화 노이즈 혹은 블록형 아티팩트 생성을 최대한 줄이고자 기존의 적응적 샘플 오프셋(SAO, Sample Adaptive Offset), 디블록킹 필터(DF, Deblocking Filter)와 새롭게 추가된 기술인 적응적 루프 필터(ALF, Adaptive Loop Filter), 크로마 스케일링을 사용한 루마 매핑(LMCS, Luma Mapping with Chroma Scaling) 필터를 도입하였다. 하지만 새롭게 추가된 인루프 필터 방법 또한 이미 고정된 모양의 필터를 사용하기 때문에 복잡한 영상 신호를 개선하기에 적합하지 않다.

이에, 비디오 코딩의 압축 효율 향상을 위해 최근에는 딥러닝 모델 기반 인루프 필터링이 집중적으로 연구되고 있다. 기존 딥러닝 기반 인루프 필터링 방법이 이미 비디오 코딩에서 큰 화질 향상의 성능을 제공하였지만, 현재

프레임 내에서 주변 픽셀 정보만을 이용하여 화질을 개선하기 때문에 성능의 한계가 있다. 따라서 주변 픽셀 정보 외의 정보인 다른 프레임 간의 참조를 통하여 이러한 한계를 극복할 수 있다.

본 연구에서는 딥러닝 모델을 기반으로 여러 참조 프레임을 이용한 인루프 필터링을 제안한다. 본 연구의 목표는 다음과 같다. 먼저, 고전적인 인루프 필터의 모양은 정해진 모양의 필터를 사용하는 것이 아니라 복잡한 비디오 신호를 모두 수용하기 위하여 딥러닝 기반 인루프 필터링을 수행한다. 또한, 시공간적 상관성을 위하여 복원 픽처 버퍼(DPB, Decoded picture buffer)의 프레임을 참조하여 인루프 필터링을 한다.

<그림 1>은 제안 기법의 알고리즘을 나타낸다. 복원된 프레임은 인루프 필터링을 마치고 DPB에 저장된다. 현재 프레임의 참조 프레임으로 사용하기 위하여 DPB에 저장된 복원 프레임 중에 선택하여 사용한다. 기존 학습된 CNN 기반 네트워크 $f(\cdot)$ 를 통해 현재 프레임 x_t 와 참조 프레임 x_r 의 특징을 추출한다. 추출한 특징들을 트랜스포머를 사용하여 공간적 상관성을 구하게 된다. 참조 프레임의 다른 시공간적 정보에서 얻게 되는 벡터 간의 유사도



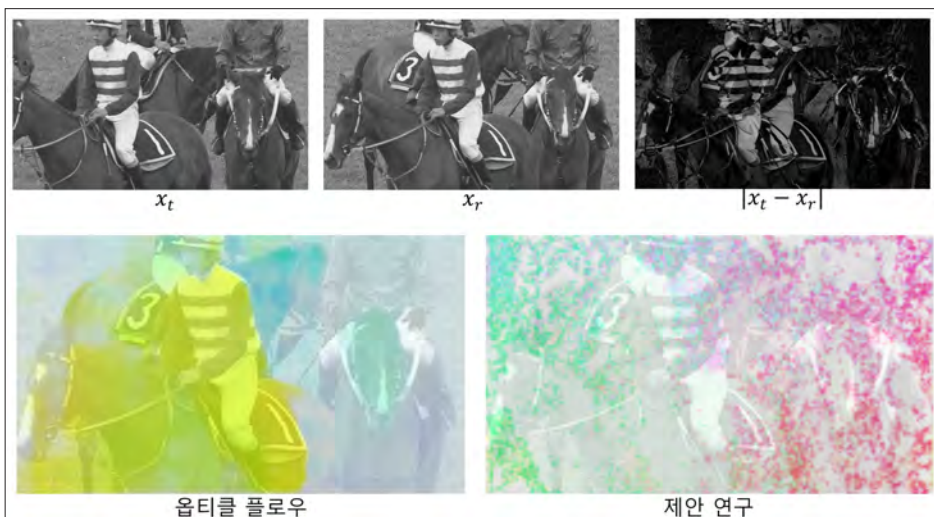
<그림 1> 제안 기법의 알고리즘

를 통해 현재 프레임의 위치와 가장 유사한 텍스처 및 픽셀 정보를 생성한다. 그 이후에 현재 프레임과 동일한 해상도와 컬러 채널을 갖는 출력을 내는 CNN 기반 네트워크를 통과하게 된다.

제안 방법의 성능을 평가하기 위하여 VVC 참조 소프트웨어인 VTM 10.0에서 공통 실험 조건 CTC(Common

Test Condition)을 참고하였다. 실험은 All-Intra(AI) 코딩 시나리오를 사용하여 QP 22, 27, 32, 37에서 BD-rate를 측정하였다. 실험 결과, 기존 부호화 방식 대비 약 4.25%의 BD-rate 감소 효율을 보였다.

<그림 2>는 기존 옵티컬 플로우 방법과 제안 방법의 트랜스포머 기반 방법을 비교한 시각화 결과이다. 현재 프레



<그림 2> 제안 기법과 비교 기법의 시각화 결과

졸업논문 소개

입 x , 참조 프레임 x , 두 프레임 간의 차이가 보였다. 그리고 각각 옵티컬 플로우와 제안 방법 사용 시, 참조 프레임의 어느 위치의 픽셀이 활성화되는지 확인할 수 있다. 옵티컬 플로우 기반 방법에서는 움직이는 물체에 대한 픽셀을 주로 참조하는 반면, 제안 연구에서는 참조 프레임과 현재 프레임 간의 픽셀 정보가 가장 유사한 위치가 활성화

된 결과를 볼 수 있다. 시각화 결과로는 416, 240의 너비와 높이의 RaceHorses 시퀀스를 사용하였다.

본 연구는 인루프 필터링에서 인공 신경망 기반 복원 피쳐 버퍼 내 프레임을 이용한 화질 개선 방법이다. 인루프 필터를 위하여 여러 다른 복원 프레임을 참조하고, 이를 통해 화질을 개선하였다는 점에서 큰 의의를 갖는다.



이 정 경

- 2018년 : 이화여자대학교 전자전기공학과 학사
- 2024년 : 이화여자대학교 전자전기공학과 박사
- 주관심분야 : 비디오 코딩, 딥러닝