

Beyond VVC의 화면내 예측모드 리스트 구성 기법 연구

전상훈 / 한국항공대학교 Media Communication Lab.

ISO/IEC MPEG(Moving Picture Experts Group)과 ITU-T VCEG(Video Coding Experts Group)의 공동협력 팀인 JVET(Joint Video Experts Team)은 2020년 기존의 HEVC(High Efficiency Video Coding)보다 약 2배 높은 압축 효율을 제공하는 VVC(Versatile Video Coding) 비디오 부호화 국제 표준을 개발하였다. 이후 더욱 높은 압축 효율을 제공할 수 있는 차세대 비디오 코덱 표준('Beyond VVC') 개발을 위한 후보 기술들에 대한 탐색실험(Exploration Experiment)을 진행하고 있으며, 다양한 기술들의 검증 및 관리를 위해 참조 소프트웨어인 ECM(Enhanced Compression Model)을 함께 개발하고 있다. 본 연구에서는 화면내 또는 화면간 예측을 위한 ECM의 화면내 예측모드(IPM: Intra Prediction Mode) 리스트 및 MPM(Most Probable Mode) 리스트 구성의 개선 기법을 제안한다.

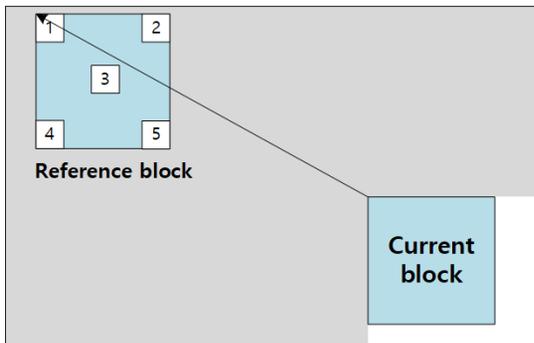
VVC와 ECM은 화면내 예측을 위해 Planar, DC 모드와 65개의 방향성 모드 및 직사각형 블록에 대해 광각 방향성 모드를 지원한다. HEVC 대비 예측모드 수가 증가하여 보다 정확한 화면내 예측이 가능하지만 선택된 예측모드를 전송하기 위한 시그널링 오버헤드가

증가한다. 따라서, 효율적인 예측모드 시그널링을 위해 주변블록의 예측모드를 활용하여 현재블록의 예측모드로 선택될 확률이 높은 예측모드를 MPM 리스트로 구성하여 사용한다. 현재, ECM은 6개의 PMPM(Primary MPM)과 16개의 SMPM(Secundary MPM)을 사용하여 VVC 대비 확장된 MPM 리스트를 구성한다. 또한, 다양한 화면내 예측기술이 포함되었으며, 그중 MIP(Matrix-based Intra Prediction), EIP(Extrapolation filter based Intra Prediction), IntraTMP(Intra Template Matching Prediction) 등의 모드로 부호화된 주변블록을 위한 MPM 리스트 작성 시 Planar 모드로 매핑된다. 이는 기존의 MPM 리스트의 첫 번째 후보가 Planar 후보로 고정되므로 현재블록을 위한 MPM 리스트 또는 블록 분할 기반의 예측모드에서 사용되는 IPM 리스트를 다양하게 구성하는 것에 한계가 있을 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 MPM 리스트의 다양성 확보 및 개선을 위해 두 가지 개선 기법을 제시한다.

첫 번째 제안기법은 블록벡터(BV: Block Vector) 기반의 화면내 예측모드인 IntraTMP의 BV를 이용한 화면내 예측모드 매핑 기법을 제안한다. IntraTMP로 부호화된

졸업논문 소개

블록의 경우, 예측블록과 참조블록의 상관도가 높을 것이라는 가정으로 참조블록 내의 최대 5개의 화소 위치를 포함하는 CU(Coding Unit)의 화면내 예측모드를 현재블록에 대한 화면내 예측모드로 저장한다. 참조 화소의 위치는 <그림 1>과 같이 {Left Top, Right Top, Center, Left Bottom, Right Bottom}으로 구성하며 모든 위치의 블록에서 가능한 화면내 예측모드가 없을 경우 Planar 모드로 매핑한다. 제안기법은 각 CU를 부호화하는 과정에서 수



<그림 1> BV 기반의 화면내 예측모드 유도를 위한 참조블록의 화소 위치

행되며 제안기법으로 유도되는 모드는 각 CU에 저장하여 현재블록의 MPM 리스트 구성 시 복원된 주변 CU에 저장되어 있는 모드를 사용한다.

ECM의 MPM 리스트 구성 순서는 공간적으로 인접한 블록의 화면내 예측모드, 현재블록의 템플릿에 기울기 분석을 적용하는 DIMD(Decoder-side Intra Mode Derivation)로 유도된 모드, 공간적 비인접 블록의 화면내 예측모드 순으로 구성할 수 있다. 여기서 두 번째 단계인 DIMD 과정을 통해 유도된 모드는 템플릿 영역에 급격한 변화가 많다면 안정적인 HoG(Histogram of Gradient) 구성에 한계가 있을 수 있다. 또한, 공간적으로 인접한 블록은 복원 과정에서 잔차신호(residual)로 인해 선택된 예측모드와 복원된 블록이 가지는 방향성은 다를 수 있다. 따라서 두 번째 제안기법은 새로운 MPM 리스트의 후보로 공간적으로 인접한 복원된 블록 상에 DIMD를 적용하여 유도한 화면내 예측모드를 추가하는 것을 제안한다. 현재블록과 비교적 인접한 블록의 정보를 우선적으로 MPM 리스트에 추가함으로써, 현재블록에 대해 보다



<그림 2> 제안기법을 적용한 KristenAndSara 시퀀스(초록색 블록: 제안 기법으로 예측모드가 변경된 CU, 붉은색 블록: 예측모드가 유지된 경우) 영상 분석 결과

졸업논문 소개

정확한 예측모드를 구성할 수 있을 것이며, 잔차신호를 포함한 복원된 블록을 분석하므로 주변블록의 예측모드와 다른 모드가 유도되어 리스트를 다양화할 수 있을 것이다. 해당 제안기법의 새로운 후보는 공간적 인접 예측모드 이후 리스트에 포함하도록 설계한다.

본 연구의 제안기법들은 각각 ECM-13.0과 ECM-14.0에 구현하였으며 실험은 CTC(Common Test Conditions)에 따라 AI(All-Intra)와 RA(Random Access) 환경에서 BD(Bjontegaard delta)-rate를 통해 성능을 비교 분석하였다. 실험결과 IntraTMP의 화면내 예측모드 매핑은 ECM-13.0 대비 AI에서 0.04%의 BD-rate 절감을, 두 번째 제안기법은 ECM-14.0 대비 AI에서 0.02%의 BD-rate 절감 및 RA의 스크린 콘텐츠에서 0.03%의 BD-rate 절감의 성능 향상을 확인하였다. IntraTMP의 화면내 예측모드 매핑 기법의 분석 결과 IntraTMP 블록의 약 89%가 제안

기법에 따라 새로운 화면내 예측모드로 매핑이 되었다. 복원블록의 분석을 통한 추가적인 MPM 리스트 구성 기법의 분석 결과, <그림 2>와 같이 각 블록의 부호화된 화면내 예측모드와 복원블록 상의 DIMD 과정을 통해 유도된 모드는 전체 영상에 대해 약 85%의 차이를 보이고 있다. <그림 2>에서 초록색 블록은 유도된 모드가 다름을, 빨간색 블록은 유도된 모드가 부호화된 예측모드와 동일함을 나타낸다. 즉, 분석 결과 한 프레임 내에서 대부분의 블록이 잔차신호로 인해 방향성이 달라짐을 확인할 수 있다.

본 연구에서는 ECM의 화면내 예측모드 리스트의 다양화를 통한 부호화 성능 개선 방법들을 제안하였다. 제안 방법의 실험 결과 및 분석을 통해 화면내 예측모드 리스트의 다양화가 이루어졌으며 이를 통해 성능 개선을 할 수 있음을 확인하였다.



전 상 훈

- 2023년 2월 : 한국항공대학교 항공전자정보공학부 학사
- 2025년 2월 : 한국항공대학교 항공전자정보공학과 석사
- 2025년 3월 ~ 현재 : LG전자 연구원
- 주관심분야 : 비디오 부호화, 영상처리