‘차세대 비디오 코덱 표준 탐색기술(ECM/NNVC)’ 특집호를 내며

김 재 곤
한국항공대학교

임 성 창
ETRI

4K/8K 초고화질(UHD) 비디오의 보편화와 더불어, 6DoF(Degree of Freedom)의 시점 자유도를 제공하는 3D 몰입형(immersive) 비디오가 새로운 미디어로 부각되고 있습니다. 이러한 방대한 데이터를 갖는 콘텐츠의 확산과 함께 비디오 트래픽이 지속적으로 증가함에 따라, 더욱 높은 압축 성능을 제공하는 비디오 코덱에 대한 요구 또한 커지고 있습니다. ISO/IEC MPEG과 ITU-T VCEG의 협력팀인 JVET(Joint Video Experts Team)은 2020년 VVC 표준을 완료한 이후, 차세대 비디오 부호화 표준 개발을 목표로 신호처리 기반 및 신경망 기반의 후보 기술탐색을 위한 AHG(Ad Hoc Group)을 각각 구성하고 탐색실험을 진행해 오고 있습니다. 그동안의 기술탐색 결과, 최근 2025년 10월 진행된 CfE(Call for Evidence) 응답평가에서 상당한 압축성능 개선을 보였습니다. 이에 따라 2026년 7월 CfP(Call for Proposal)가 발행되고, 2027년 1월 CfP 응답평가를 거쳐 2029년 10월 최종 표준 개발 완료를 목표로 표준화가 진행될 예정입니다.

본 특집호에서는 VVC(Versatile Video Coding) 이후의 새로운 비디오 부호화 표준(가칭 Beyond VVC) 개발을 위한 잠재적 비디오 코덱 표준 기술을 소개합니다. 기술탐색 소프트웨어인 ECM(Enhanced Compression Model)-19.0을 중심으로 신호처리 기반의 비디오 부호화 기술을 각 분야별로 살펴보고, 새롭게 도입되고 있는 신경망 기반의 비디오 부호화(NNVC: Neural Network-based Video Coding) 기술도 함께 살펴봅니다. 이를 위해 차세대 비디오 코덱 표준 개발에 활발히 참여하고 있는 전문가들이 ECM과 NNVC의 각 기술 분야별로 8편의 원고를 준비하였습니다.

첫 번째 기고문(“Enhanced Compression Model(ECM) 개요”)에서는 JVET의 ECM 개발과정과 기존 VVC 대비 채택된 기술들의 핵심 특징을 살펴봅니다. 또한 이후 각 기고문에서 다룰 분야별 주요 기술의 개요를 제시하고, 향후 새로운 비디오 코덱 표준화 전망을 살펴봅니다.

ECM의 화면내 예측 기술은 비디오 코덱의 압축 성능에 직접적인 영향을 미치는 핵심 요소입니다. 두 번째 기고문(“ECM 화면내 예측 기술 I: 휘도 화면 내 예측”)과 세 번째 기고문(“ECM 화면내 예측 기술 II: 색차 및 블록 벡터 기반 화면내 예측”)에서는 VVC 대비 ECM에서 채택된 새로운 화면내 예측 기술을 소개합니다. 각 기고문은 휘도 기반 부호화 기술(DIMD: Decoder-side Intra Mode Derivation, TIMD: Template-based Intra Mode Derivation 등)과 색차 기반 부호화 기술(CCP: Cross Component Prediction, Non-CCP)을 나누어 설명하고, 블록 벡터 기반의 예측 기술인 IntraTMP(Intra Template Matching Prediction)도 함께 다루고 있습니다.

기존 코덱과 같이 전체 압축 성능 향상에 크게 기여하는 ECM의 화면간 예측 기술은 네 번째 기고문(“ECM 화면간 예측 기술 I: MV 부호화와 블록 병합”)과 다섯 번째 기고문(“ECM 화면간 예측 기술 II: Subblock 기반 MV 유도와 Decoder-side 보정”)의 두 편에 나누어 소개합니다. 주요 화면간 예측 기술로는 ARMC(Adaptive Reordering of Merge Candidates), AMVP-MERGE와 같은 새롭게 채택된 기술과 VVC에 채택된 Affine Motion Model, 서브블록 기반 모션 벡터(MV: Motion Vector) 유도, 디코더 기반 MV 유도 및 MV 개선, GPM(Geometric Partitioning Mode), CIIP(Combined Inter and Intra Prediction), BDOF(Bi-Directional Optical Flow) 등을 확장 및 개선한 기술들을 포함하고 있습니다.

여섯 번째 기고문(“ECM 변환 및 양자화 기술”)에서는 기존 VVC 대비 확장된 변환(transform) 기술과 새롭게 추가된 NSPT(Non-Separable Primary Transform), MTSS(Multiple Transform Set Selection) 및 Sign Prediction 기술을 설명합니다. 또한 VVC 대비 변경된 Dependent Quantization 기술에 대해서도 살펴봅니다.

일곱 번째 기고문(“ECM 인루프 필터링 기술”)에서는 ECM의 인루프(in-loop) 필터링 기술을 다룹니다. ECM은 VVC에 채택된 DF(Deblocking Filter), SAO(Sample Adaptive Offset), ALF(Adaptive Loop Filter), CCALF(Cross-Component ALF), LMCS(Luma Mapping with Chroma Scaling)에 추가로, CCSAO(Cross-Component SAO) 및 BIF(Bilateral Filter) 기술을 포함하고 있습니다. 특히 VVC 대비 크게 개선된 ALF 및 CCALF와 새롭게 추가된 CCSAO 및 BIF 기술을 자세히 설명합니다.

여덟 번째 기고문(“Neural Network-based Video Coding(NNVC) 개요”)에서는 JVET에서 진행 중인 신경망 기반 비디오 부호화의 최신 동향을 살펴봅니다. 최신 버전인 NNVC-15.0 소프트웨어를 바탕으로, 도구 기반 접근법의 핵심 기술인 신경망 기반 인루프 필터(NNLF: Neural Network-based Loop Filter), 화면내 예측(NN-Intra), 화면간 예측(NN-Inter), 그리고 초해상화(NNSR: Neural Network-based Super Resolution)의 구조와 동작 원리를 설명합니다.

이번 “차세대 비디오 코덱 표준 탐색기술(ECM/NNVC)” 특집호의 출간을 위해 제41차 JVET 회의를 앞둔 바쁜 일정 속에서도 원고를 준비해 주신 전문가 여러분들께 깊이 감사드립니다. 차세대 비디오 코덱의 본격적인 표준화를 앞둔 시점에서, 본 특집호가 ECM과 NNVC의 최신 기술 동향을 파악하고 관련 연구를 수행하는 데 있어 조금이나마 도움이 되기를 기대합니다.