

GISC 2025

Global ICT Standards Conference 2025

(세션2) AI를 활용한 응용기술 표준화

신경망을 활용한 영상 압축 기술 표준화

최기호 교수
경희대학교

ICT Standards and Intellectual Property:
AI for All

Index

01 영상 압축 기술과 표준

02 신경망 기반 비디오 코딩 기술과 표준화 동향

03 맺음말

Abstract

| 신경망을 활용한 영상 압축 기술 표준화

ICT Standards

기존 신호처리 기반 코덱의 한계를 극복하기 위해 신경망을 활용한 영상 압축 기술이 도입되고 있다. 현재 국제 표준화 기구(ISO/IEC JTC 1/SC 29 및 ITU-T SG 21)에서는 신경망 기반 영상 압축 기술(NNVC)를 차세대 비디오 압축 표준으로 채택하기 위한 연구가 활발히 진행 중이다. 본 발표에서는 이러한 표준화 추진 현황과 함께, 향후 비디오 코딩 표준의 성능 향상과 효율적 구현을 견인할 핵심 기술로 기대되는 NNVC의 최신 동향을 소개한다.

01. 비디오 코딩 표준 기구: JVET (Joint Video Experts Team)

| MPEG (ISO/IEC JTC 1/SC 29)과 VCEG (ITU-T SG 21/ Question 6)의 공동 협력 팀으로 영상 압축 국제 표준화 수행

MPEG



MPEG (ISO/IEC JTC 1/SC 29)

VCEG

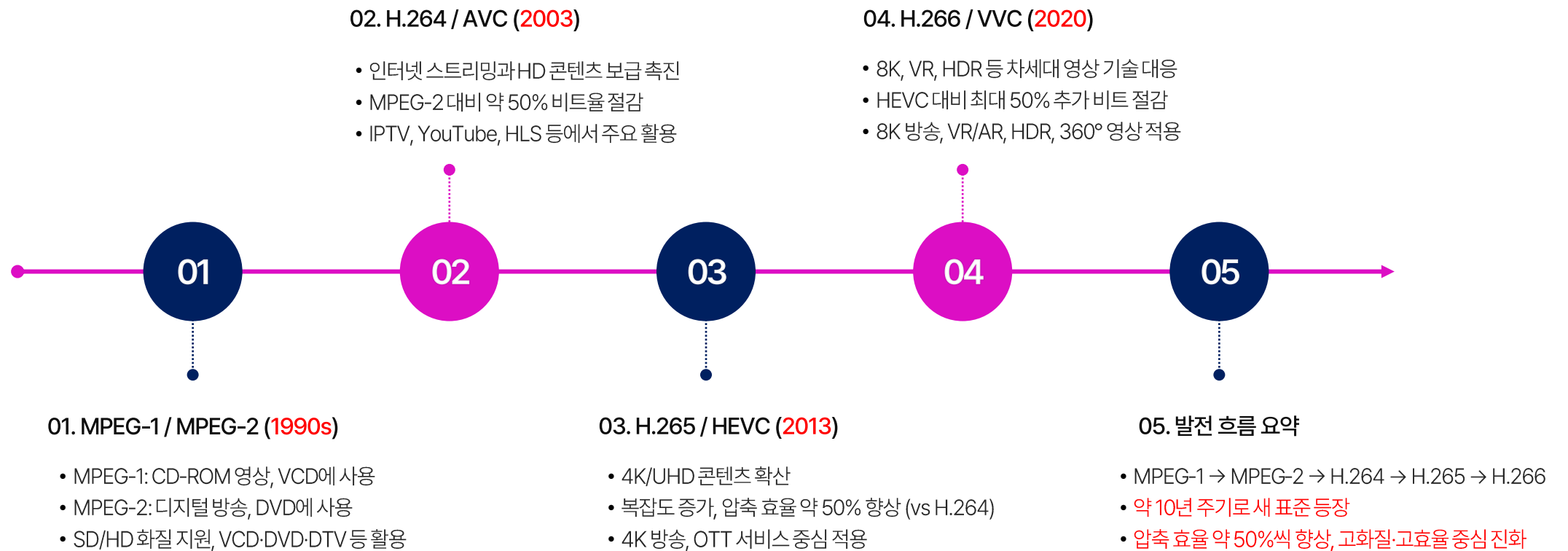


VCEG (ITU-T SG 21/ Question 6)

- JVT (Joint Video Team) 및 JCT-VC (Joint Collaborative Team on Video Coding) 계승
- '03년 AVC (Advanced Video Coding), '13년 HEVC (High Efficiency Video Coding) 및 '20년 VVC (Versatile Video Coding) 표준화 완료

02. 비디오 압축 표준의 진화

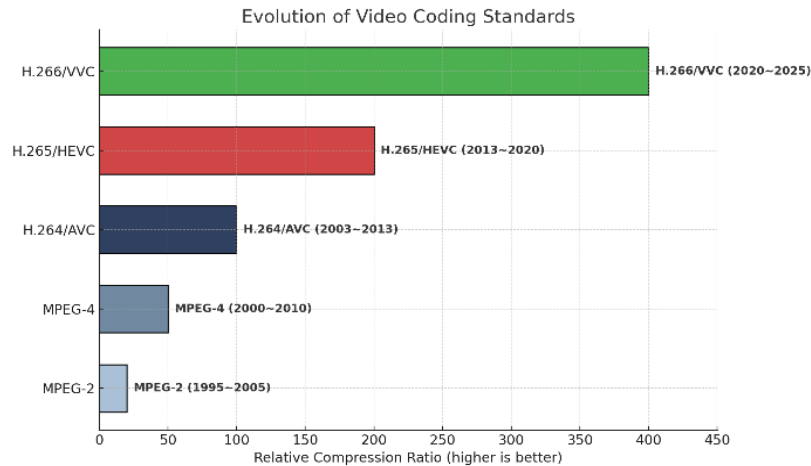
비디오 압축 표준은 MPEG-1에서 H.266/VVC까지 약 10년 주기로 발전하며, 고화질 영상 지원과 함께 매 세대마다 약 50%씩 압축 효율을 향상시켜 왔음



03. 표준별 압축 성능 변화 및 적용 사례

비디오 코딩 표준들은 이전 세대 대비 약 50%의 비트율 절감을 달성하여 시장에 성공적으로 적용됨

압축률 성능의 변화



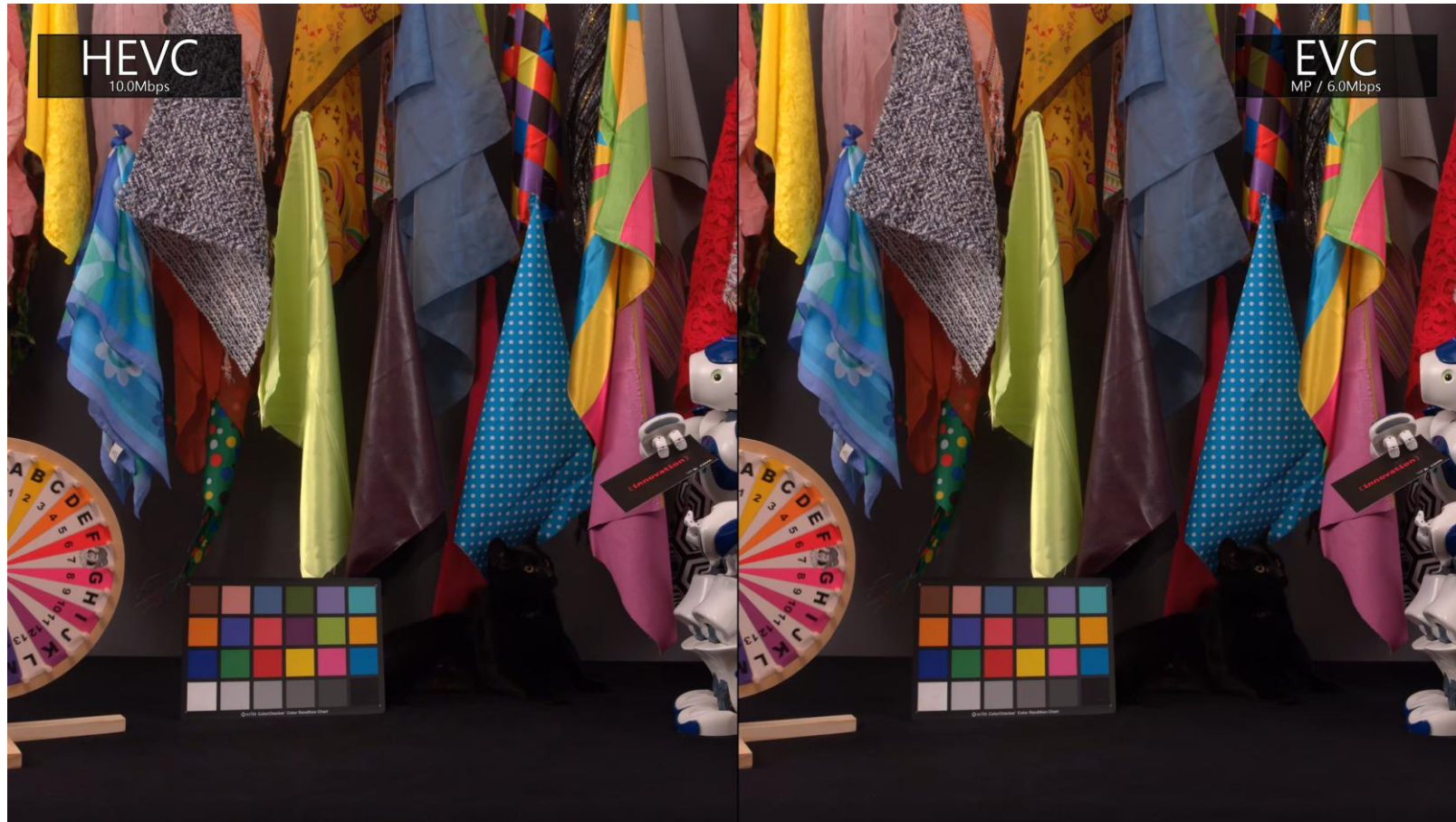
표준 적용 사례

표준	발표년도	대상 해상도	주요 상용 서비스 / 적용 사례	비고
MPEG-1	1993	SD	VCD, 초기형 디지털 비디오 (CD-ROM 영상)	최초의 범용 디지털 비디오 압축 표준
MPEG-2 (H.262)	1995	SD / HD	DVD, 디지털 TV(DVB, ATSC), 위성 방송	방송과 저장 매체에서 오랫동안 표준으로 사용
H.264 / AVC (MPEG-4 Part 10)	2003	HD	YouTube, Netflix, Hulu, IPTV, Blu-ray, Zoom, WebRTC 등	인터넷 스트리밍·영상 회의의 핵심 표준
H.265 / HEVC	2013	4K / UHD	넷플릭스, 디즈니+, 애플TV+ 등 4K/HDR 스트리밍, UHD 방송, 스마트TV, 모바일 내장 코덱	고효율 압축으로 고화질 영상 확산
H.266 / VVC	2020	8K / VR / HDR / 360°	Tencent Cloud, Fraunhofer, Huawei, Samsung 트랜스코딩 솔루션, 차세대 8K/VR 스트리밍	차세대 압축 및 클라우드 미디어 표준, 상용화 초기 단계

- MPEG-2는 디지털 방송과 DVD 시장에서 가장 널리 상용화된 표준으로, 전 세계 방송 송출 및 영상 저장 매체의 기반을 형성하며 디지털 영상 시대의 출발점이 되었음
- H.264/AVC는 유튜브·넷플릭스·IPTV 등 주요 스트리밍 서비스에 적용되며, 디지털 방송과 온라인 영상 산업을 폭발적으로 성장시킨 가장 성공적인 표준임
- H.265/HEVC는 4K·HDR·VR 서비스로 확대 적용되며, OTT, 스마트TV, 클라우드 미디어 플랫폼 등에서 핵심 기술로 성공적으로 상용화되고 있음

04. 비디오 압축 표준의 예시

| 동일화질 대비 비트 절감률 비교 (10Mbps vs 6Mbps)



04. 비디오 압축 표준의 예시

| 동일화질 대비 비트 절감률 비교 (9Mbps vs 5.5Mbps)



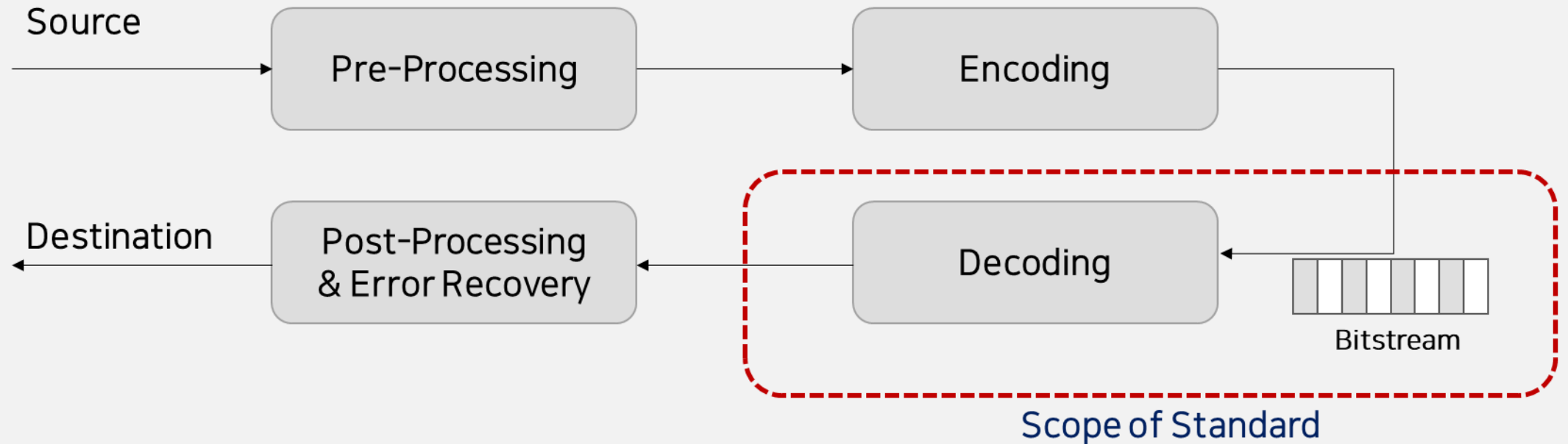
04. 비디오 압축 표준의 예시

| 동일화질 대비 비트 절감률 비교 (6.5Mbps vs 3.8Mbps)



05. 비디오 코딩 표준 스콥

| 비트스트림 + 디코딩동작

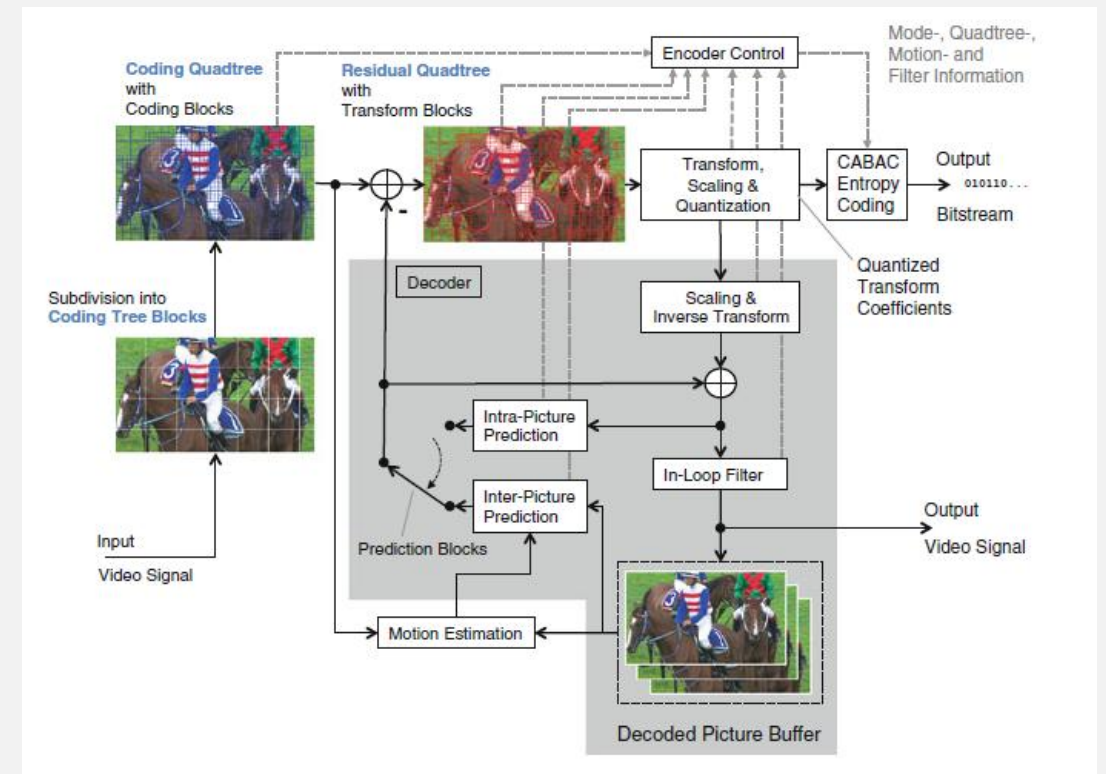


06. 전통적 비디오 코딩 구조

| 블록 분할 + 예측 + 변환 및 양자화 + 엔트로피 + 필터링

블록기반 하이브리드 구조

- 입력 영상 → 프레임 분할 (블록 기반 처리)
- 예측 기법
 - 인트라 예측 (Intra Prediction): 동일 프레임 내 인접 블록 기반 예측
 - 인터 예측 (Inter Prediction): 이전 프레임(또는 이후 프레임) 기반의 움직임 추정 (Motion Estimation) 및 움직임 보상 (Motion Compensation)
 - 잔차 계산 (Residual Calculation) 예측된 영상과 실제 영상 간의 차이를 계산
- 변환 및 양자화 기법
 - 변환 (Transform): 예측 오차(잔차)를 DCT 등의 방법으로 주파수 영역으로 변환
 - 양자화 (Quantization): 정밀도를 줄여 데이터 비트를 감소시킴
- 엔트로피 부호화 기법
 - 통계적 중복성 제거 및 비트스트림 생성
- 필터링 기법
 - 블록 경계의 시각적 부자연스러움 제거
 - 픽셀 오차 패턴을 보정하여 품질 향상



HEVC 인코더 블록 다이어그램

07. 전통 비디오 코덱의 특성

| 수학적 모델링 기반 접근법

Σ 신호 처리 이론

- 푸리에 변환 이론: DCT/DST의 수학적 기반
- 정보 이론: 엔트로피, 윌-왜곡 이론
- 확률 모델: 통계적 중복성 모델링
- 최적화 이론: 라그랑주 승수법 활용

DCT 변환 공식:

$$F(u, v) = C(u)C(v) / 4 \sum_x \sum_y f(x, y) \cos[(2x+1)u\pi/16] \cos[(2y+1)v\pi/16]$$

∞ 최적화 목표 함수

- **Rate-Distortion 최적화**: $R + \lambda D$ 최소화
- **MSE/PSNR**: 객관적 품질 측정
- **비트 할당**: 수학적 최적화 기법
- **임계값 결정**: 통계적 모델 기반

RDO 최적화:

$$J = D + \lambda R = \text{MSE} + \lambda \times \text{bits}$$

확률 및 통계 모델

- 가우시안 분포: 잔차 신호 모델링
- 라플라시안 분포: 변환 계수 모델링
- 마르코프 모델: 컨텍스트 의존성
- 베이즈 추론: 예측 및 필터링

CABAC 확률 모델:

$$P(\text{bin}|\text{context}) = \text{MPS_prob} \times \text{LPS_prob}$$

07. 전통 비디오 코덱의 특성

| 수작업으로 설계된 알고리즘들



전문가 중심 설계

- 도메인 지식: 수십 년간 축적된 전문 지식
- 경험적 접근: 시행착오를 통한 최적화
- 휴리스틱 방법: 직관과 경험 기반 해법
- 표준화 과정: 전문가 집단의 합의

인트라 예측 모드:

35개 방향성 모드는 인간 시각 특성과 자연 영상의 통계적 특성을 분석한 전문가들이 수작업으로 설계



파라미터 튜닝

- 임계값 설정: 수동 조정 및 실험적 결정
- 가중치 조정: 휴리스틱 기반 파라미터
- 룩업 테이블: 미리 계산된 최적값
- 경험적 공식: 실험을 통해 도출된 관계식

양자화 매트릭스:

인간 시각 시스템의 주파수 민감도를 고려하여 전문가가 수작업으로 설계한 가중치



룰 기반 의사결정

- 조건부 로직: if-then-else 규칙
- 임계값 비교: 미리 정의된 기준값
- 우선순위 정의: 수작업 순서 결정
- 예외 처리: 특수 케이스 개별 대응

모드 결정:

```
if (RD_cost_intra < RD_cost_inter)
    use_intra_mode(); else
    use_inter_mode();
```

07. 전통 비디오 코덱의 특성

| 전통적 방식의 당면 어려움들

압축 효율의 포화

- 세대별 개선폭 점진적 감소
- 복잡도 증가 대비 성능 향상 한계
- 수학적 모델의 이론적 한계 도달

콘텐츠 적응성 부족

- 고정된 알고리즘으로 다양한 콘텐츠 처리 어려움
- 텍스처, 움직임 패턴별 최적화 부족
- 일률적 처리로 인한 비효율성

설계 복잡성 증가

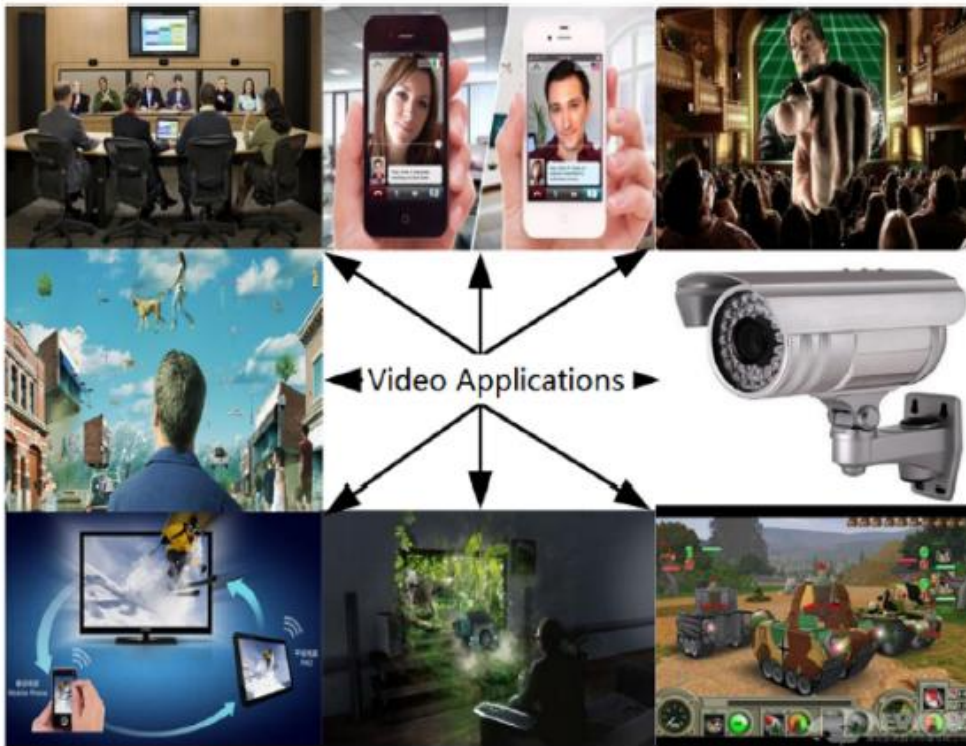
- 수많은 코딩 툴들의 조합
- 하드웨어 구현 복잡도 급증
- 표준화 과정의 장기화

차세대 미디어 대응 한계

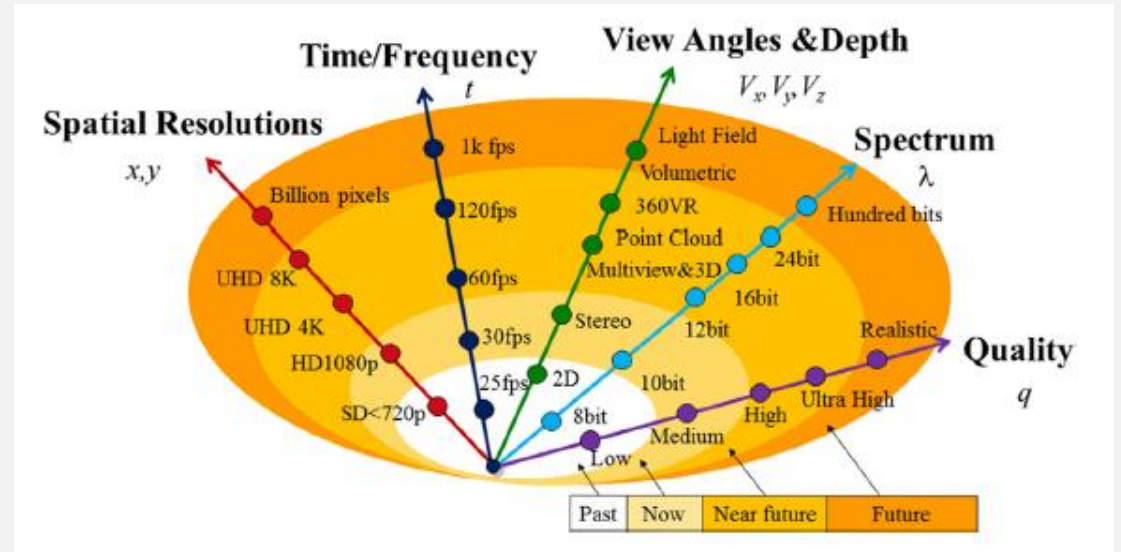
- 4K/8K, VR/AR 등 새로운 요구사항
- 실시간 처리 성능 한계
- 다양한 디바이스 적응 어려움

01. 신경망 기반 비디오 압축 기술 개발의 필요성

ㅣ 비디오 애플리케이션 변화의 다양성



비디오 애플리케이션 변화의 다양성



비디오 애플리케이션 발전 방향

01. 신경망 기반 비디오 압축 기술 개발의 필요성

- | 신경망 기반 압축 기술 예시
- | 동일비트 대비 화질 비교 (14KB)

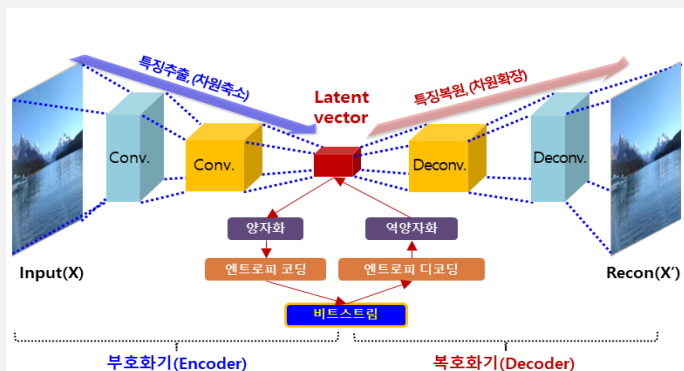


02. 신경망 기반 비디오 연구 동향

신경망 기반 비디오 압축 기술 분야

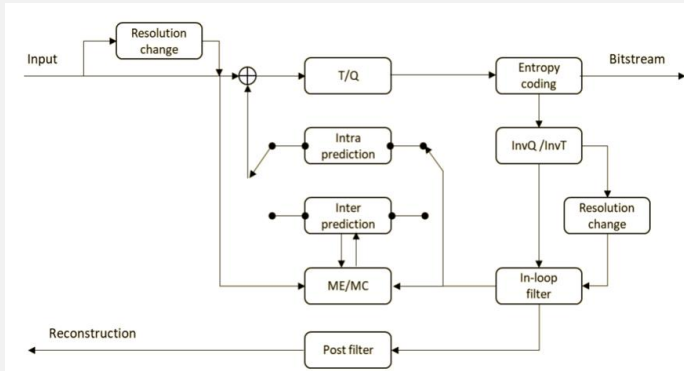
종단간 신경망 기반 부호화 및 복호화 기술

- 특징량 생성 및 복원 기반 부호화 및 복호화 기술
- 비디오 코딩 기술의 신경망 모듈 및 종단간 연결



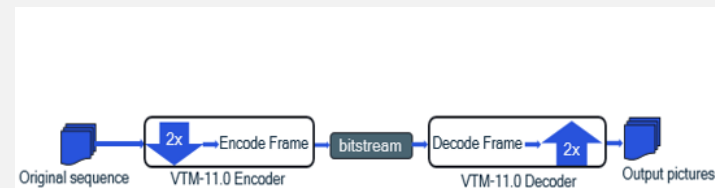
신경망 기반 부호화 및 복호화 요소 기술

- 신경망을 활용하는 코덱 요소 기술 개발
- 예측, 변환, 필터링 등의 기술을 기존 코덱에 적용



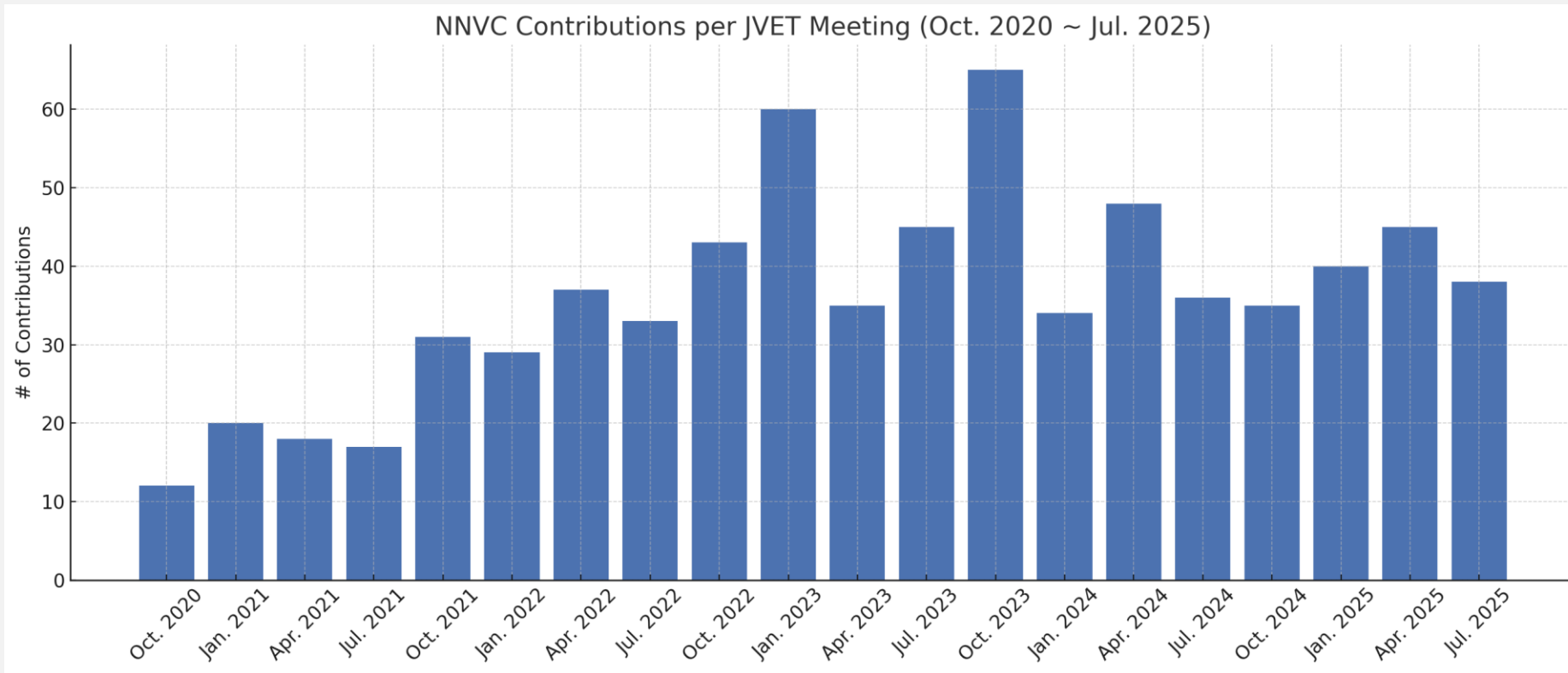
SR 기반 부호화 및 복호화 기술

- 원본 해상도 다운샘플링하여 해상도 축소 적용
- 신경망 기반 업샘플링하여 원이미지 해상도 복원



03. JVET에서 NNVC 개발 활동

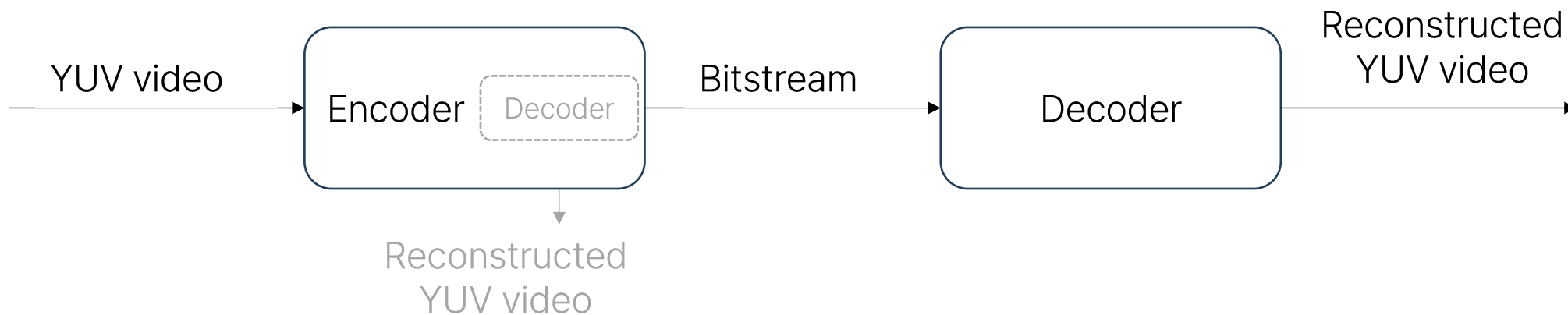
■ NNVC (Neural Network based Video Coding) Adhog 수립: 2020년 7월



NNVC 관련 기고수

04. 기존 표준 개발 프레임워크

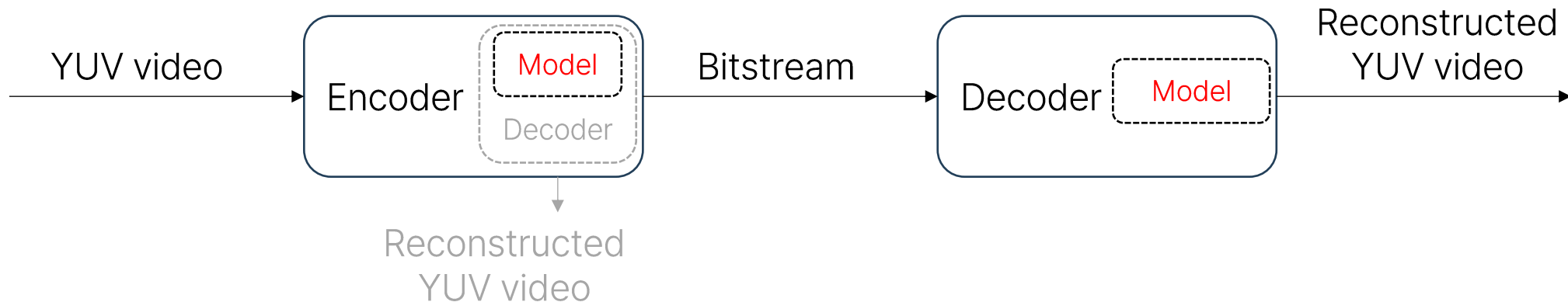
인코더/디코더 개발시 공동 실험 조건에서 실험을 통한 성능 확인



전통적 표준 코덱 프레임워크

05. 신경망 코덱 표준 개발 프레임워크

- | **신경망 네트워크 구조 제시 및 모델 훈련**
- | 인코더/디코더 개발시 공동 실험 조건에서 실험을 통한 성능 확인



NNVC 코덱 프레임워크

05. 신경망 코덱 표준 개발 프레임워크

| 훈련을 위한 프레임워크?

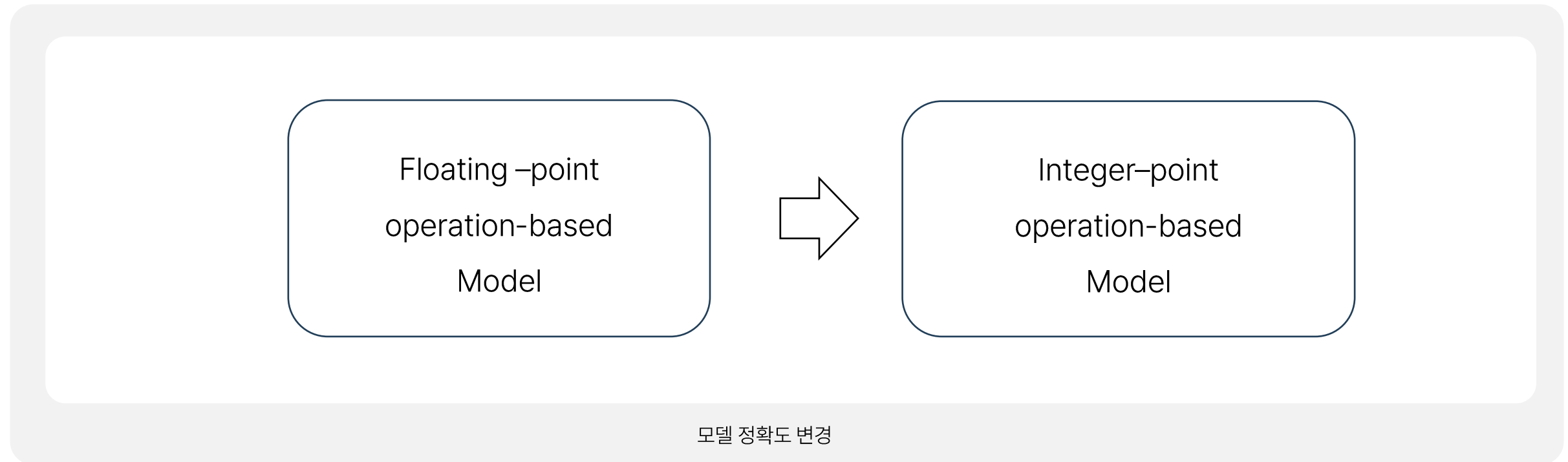
 PyTorch

vs


TensorFlow

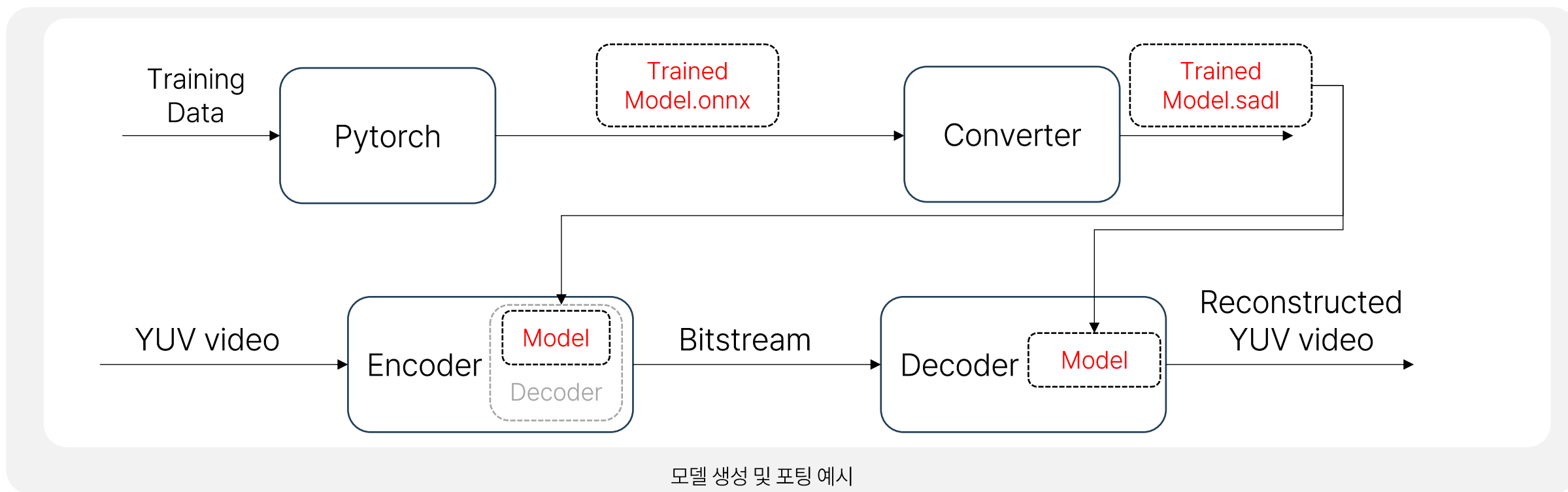
05. 신경망 코덱 표준 개발 프레임워크

| 모델은 Floating-point vs integer-point?



05. 신경망 코덱 표준 개발 프레임워크

- | 훈련은 Pytorch / 모델은 C++ 기반 정수형 모델 기반 모델 적용
- | 인코더/디코더 개발시 공동 실험 조건에서 실험을 통한 성능 확인



06. NNVC Software

I 차세대 비디오 코딩 표준을 준비하는 NNVC Software

01

생산적 표준 기술 개발의 필요성

- 2년간의 탐색 실험에도 불구하고, 공통 소프트웨어 프레임워크의 부재로 인해 신경망(NN) 기술에서 뚜렷한 진전이 없었음

02

공통 테스트 환경의 필요성

- 제안된 기술들의 부호화 성능을 정확히 평가하기 위해 필수적인 표준화된 테스트 환경(Test Bed)이 존재하지 않아 알고리즘 성능 평가가 어려움

03

세부 가이드라인의 필요성

- 학습 및 테스트를 위한 포괄적인 지침서가 없어, 데이터 추출, 데이터 생성, 학습, 추론 및 시그널링 구현 전반에 걸쳐 예시와 안내가 부족함

04

차세대 비디오 코딩 표준 준비의 필요성

- VVC/H.266 이후 차세대 비디오 코딩 표준을 준비하기 위해 차세대 표준에 적용될 것으로 예상되는 검증된 NNVC 소프트웨어에 채택 관리함

06. NNVC Software

I NNVC 개발 관리 Software 개발 일정

Version	Key Technologies Adopted	Release Time
NNVC-1.0	- Loop filter set 0/1	1st half of 2022
NNVC-2.0	- Loop filter + encoder optimization	1st half of 2022
NNVC-3.0	- Encoder-side optimization	2nd half of 2022
NNVC-4.0	- Super-resolution (SR), Post-filter, Intra NN, Low complexity intra prediction	1st half of 2023
NNVC-5.0	- Unified filter for HOP, Low complexity filter (LOP)	2nd half of 2023
NNVC-6.0	- HOP Stage 3 tools and training dataset	Q1 2024
NNVC-7.0	- SADL v7, Luma/Chroma balance (AF0155), LOP.2 improvements	Q2 2024
NNVC-8.0	- SADL v8 (AG0109), HOP3 (AG0174), Unified SR filter, Scaling clean-up	Apr-May 2024
NNVC-9.0	- LOP.3, VLOP, Enhanced SADL, Integrated HOP4	Mid 2024
NNVC-10.0	- Adaptive LOP3, HOP5 adoption, VLOP2 model	Jul-Aug 2024
NNVC-11.0	- LOP4 introduction, HOP5 enhancements, SADL updates, includes VLOP3 model	Q1 2025
NNVC-12.0	- LOP5, SADL v12, Content-adaptive filter	Q2 2025
NNVC-13.0	- LOP6, SADL v13, ALOP integration, cleanup and restructuring based on VTM 23.9	♦ August 2025 (Latest)

06. NNVC Software

- | Study and Maintain SADL: <https://vcgit.hhi.fraunhofer.de/jvet-ahg-nnvc/sadl>
- | NNVC Software: https://vcgit.hhi.fraunhofer.de/jvet-ahg-nnvc/VVCSoftware_VTM/-/tree/master?ref_type=heads

The screenshot displays the VVCSoftware_VTM repository interface. It shows a commit history table with columns for Name, Last commit, and Last update. The repository is forked from jvet / VVCSoftware_VTM, with 2317 commits behind and 456 commits ahead of the upstream repository.

Name	Last commit	Last update
cfg	Hop4 nnvc	1 month ago
cmake/CMakeBuild	Fix build in ARM #87	4 months ago
doc	JVET-AH0064: Port TF fixes and Align TF settings of LD...	2 months ago
libb	Import VTM 2.0rc1 extracted from BMS rev 5f69d469eb...	5 years ago
models	Vtm T1.0 nnvc	1 month ago
source	Hop4 decoder fix	1 month ago
training	Bug fix: update number of epochs for JVET-AH0096	1 month ago
sadl @ 984728cf	Update sadl	1 month ago
.clang-format	missing dot-files	5 years ago
.cproject	missing dot-files	5 years ago
.editorconfig	missing dot-files	5 years ago
.flake8	Align python pep8	1 year ago
.gitattributes	JVET-AH0096: Content-adaptive loop filter models	2 months ago
.gitignore	stage 1 branch	1 year ago
.gitlab-ci.yml	Align python pep8	1 year ago
.gitmodules	Add sadl module	1 year ago
.project	missing dot-files	5 years ago
.pydevproject	missing dot-files	5 years ago
CMakelists.txt	Fix build in ARM #87	4 months ago
COPYING	update copyright header to include 2020	4 years ago
Makefile	Update sadl	1 month ago
README.md	adapt README to new unified nnf + update documenta...	8 months ago
dev_notes_hop.md	add following features of Table 2 in JVET-AD0380: fixe...	1 year ago

The repository also shows a commit history for the models directory, with columns for Name, Last commit, and Last update. The repository is forked from jvet / VVCSoftware_VTM, with 2317 commits behind and 456 commits ahead of the upstream repository.

Name	Last commit	Last update
..		
NnifSet1AdditionalInter	add models for JVET-AC0177	1 year ago
NnifSet1CombinedIntraInter	Add git tracked models and change default model paths of filter set ...	1 year ago
NnifSet1C	Merge EE1-11 code changes (JVET-AD0156)	1 year ago
adaptive_loop2	JVET-AH0096: Content-adaptive loop filter models	2 months ago
intra	Missing ifs files	1 year ago
intra2	JVET-AF0139 (EE1-3.1): Neural network-based intra prediction with red...	8 months ago
post_filter	Updating int16 models to SADL v4	1 year ago
super_resolution	JVET-AC0130	5 months ago
NnifSet0_model_float.sadl	JVET-AC0194 (EE1-1.1: More refinements on NN based in-loop filter wit...	1 year ago
NnifSet0_model_int16.sadl	JVET-AC0194 (EE1-1.1: More refinements on NN based in-loop filter wit...	1 year ago

The repository also shows a commit history for the training directory, with columns for Name, Last commit, and Last update. The repository is forked from jvet / VVCSoftware_VTM, with 2317 commits behind and 456 commits ahead of the upstream repository.

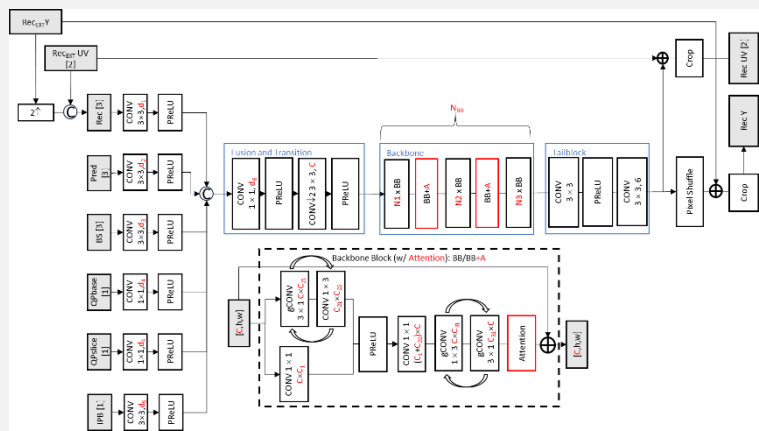
Name	Last commit	Last update
..		
data_loader	Dev stage2 - stage3	1 year ago
example	stage 1 branch	1 year ago
tools	Nn filter dir structure	8 months ago
training_scripts	Bug fix: update number of epochs for JVET-AH0096	1 month ago

06. NNVC Software

NNVC Software 채택 기술

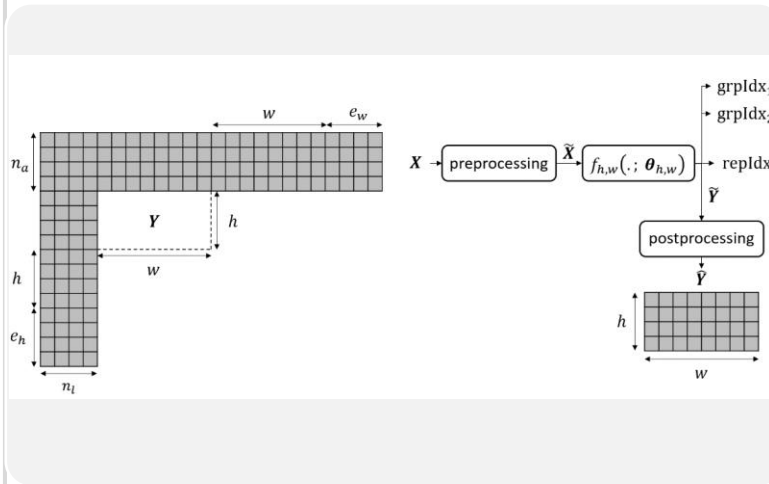
신경망 기반 필터링 기술

- NN based In-loop Filter (High complex)
- NN based In-loop Filter (Middle complex)
- NN based In-loop Filter (Low complex)
- NN based Context Adaptive In-loop Filter
- NN based Context Adaptive Post Filter



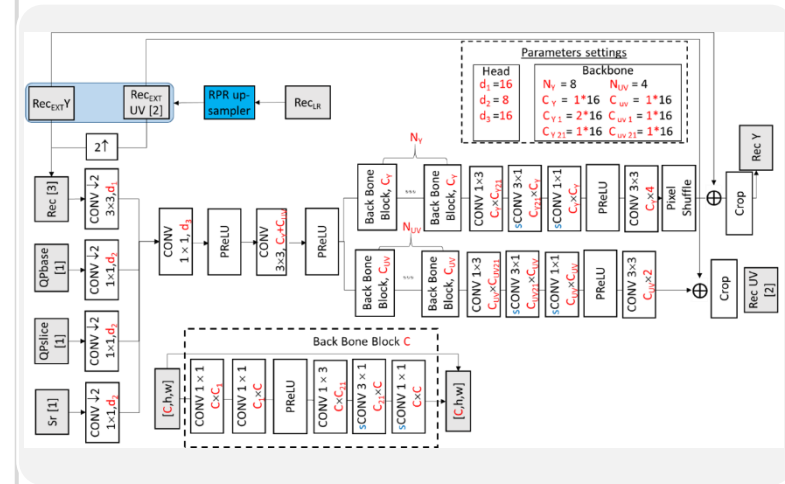
신경망 기반 예측 기술

- NN based Intra Prediction
- NN based Inter Prediction



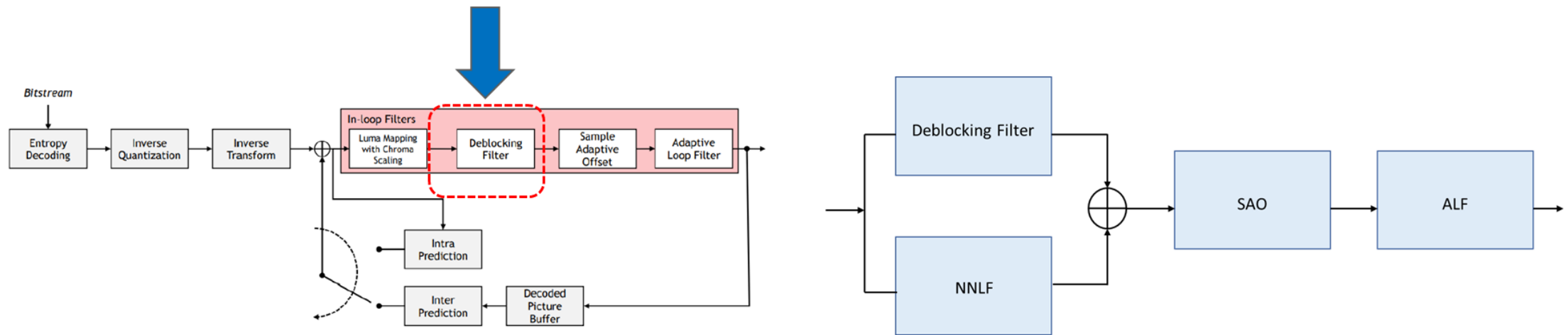
신경망 기반 해상도 변경 기술

- NN based Super Resolution



07. 신경망 기반 인루프필터

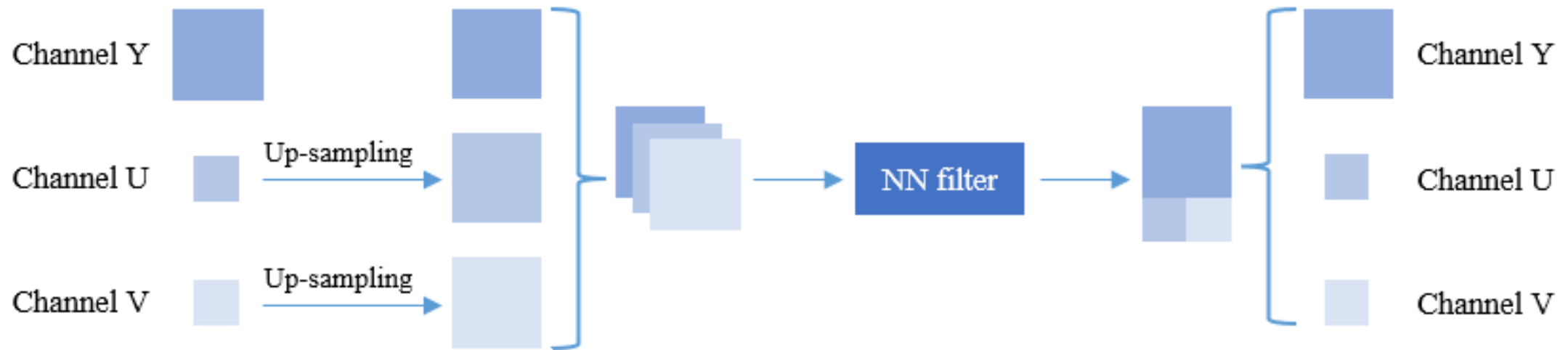
| Combination with deblocking filters



디블록 필터와 NNVC 필터의 병합 위치

07. 신경망 기반 인루프필터

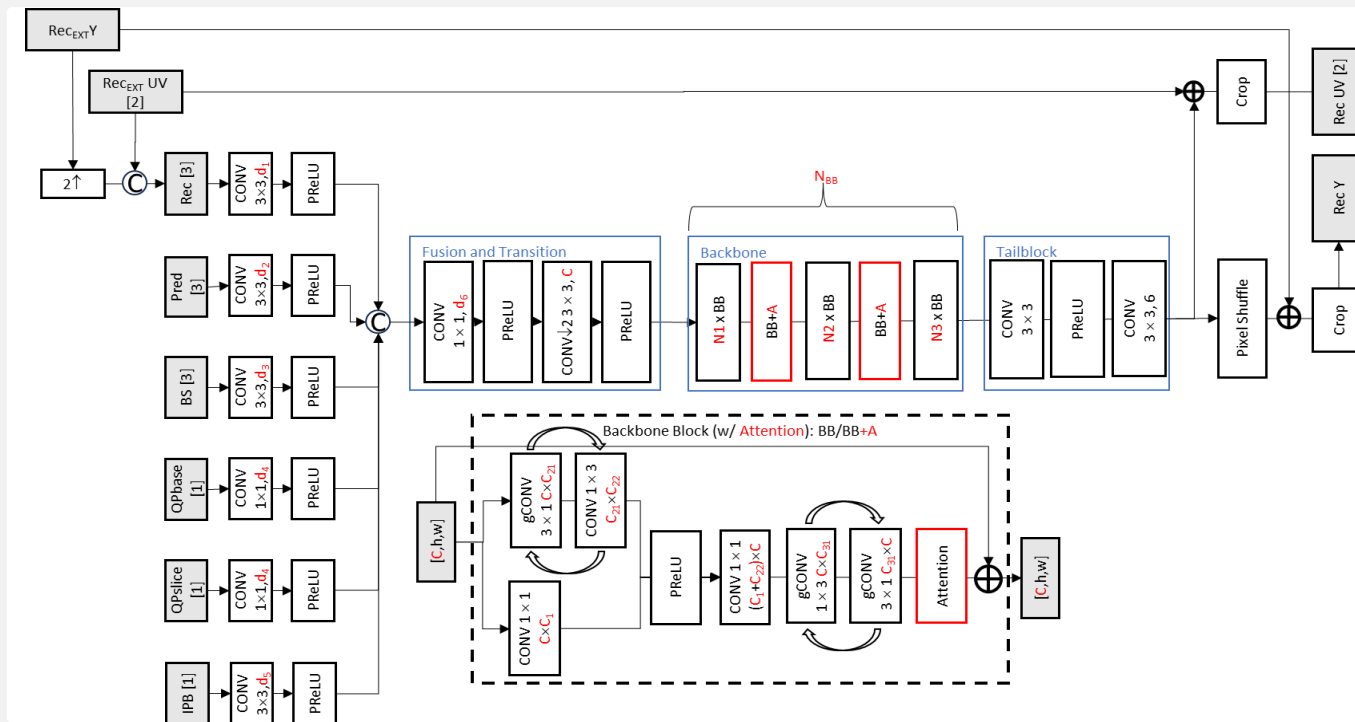
| Pre-processing of chroma



디블록 필터와 NNVC 필터의 병합 위치

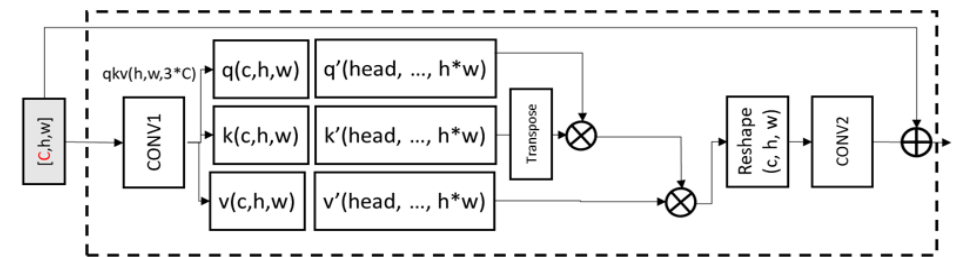
07. 신경망 기반 인루프필터

NN based In-loop Filter



신경망 기반 인루프필터 네트워크 (High complex)

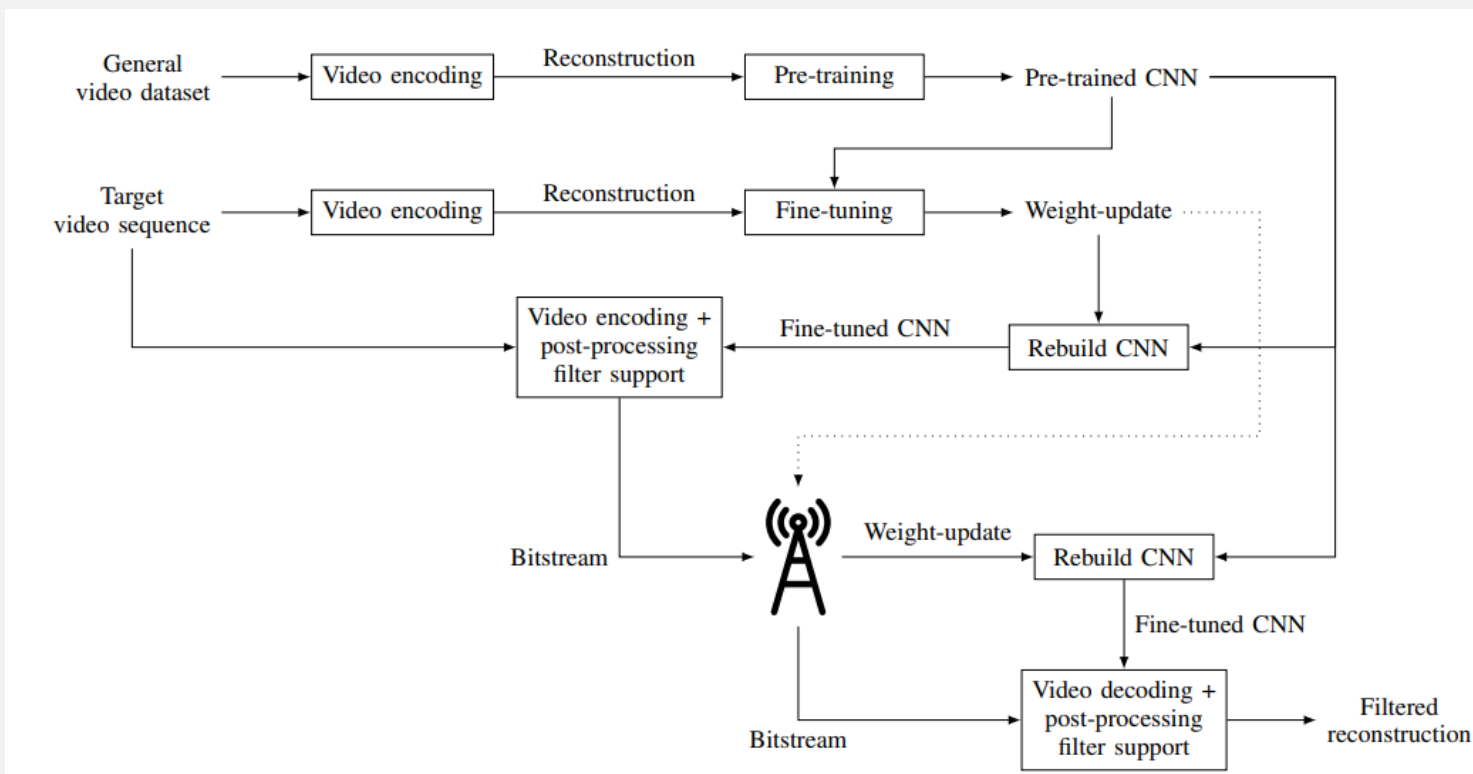
Model Complexity	Memory Parameter (MB)	Multiply Accumulate (kMAC/pixel)
High complex model	2.9	476
Middle complex model	0.5	16.57
Low complex model	0.16	5.09



Attention 블록 구조

08. 신경망 기반 후처리필터

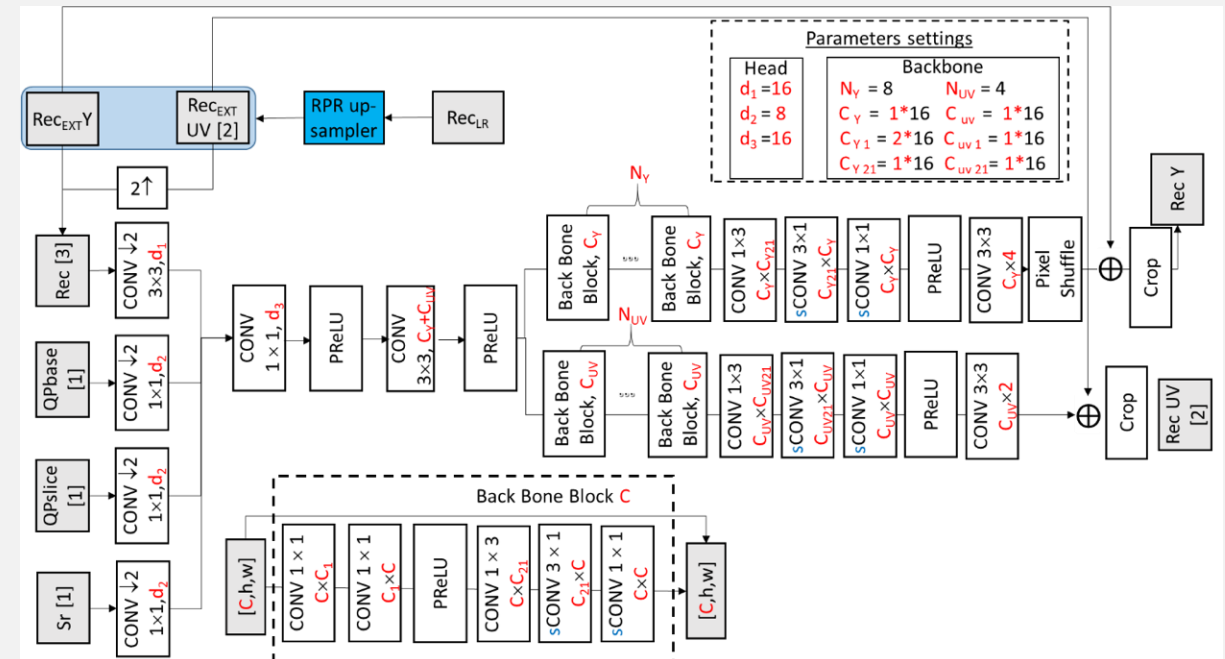
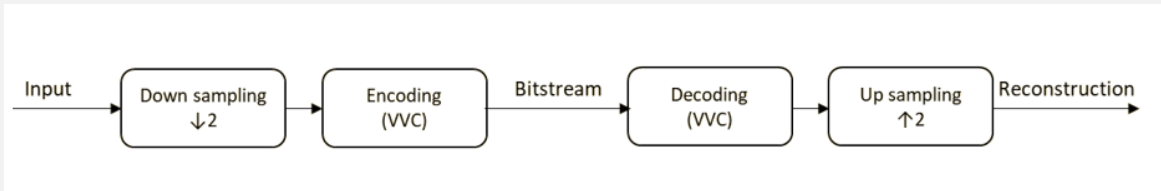
■ NN based Context Adaptive Post Filter



적응적 신경망 기반 후처리 필터 개념도

09. 신경망 기반 Super-resolution 기법

| CNN-based Super-Resolution



신경망 기반 Super-resolution 기법 개념도 및 네트워크 구조

10. 신경망 기반 요소 기술 성능 평가

Test	Random Access					All Intra					Total kMAC/p xl	Total Param (Mprm)	Source
	Y	U	V	Enc	Dec	Y	U	V	Enc	Dec			
NN-Intra & LOP NN-filter													
NNVC-13.0(LOP6)	-8.2%	-14.9%	-13.5%	1.1	28	-9.2%	-15.7%	-15.5%	1.6	23	21.4	1.5	IVET-AM0014
NNVC-12.0(LOP5)	-8.2%	-15.3%	-13.5%	1.2	35	-9.2%	-15.8%	-15.5%	1.6	26	21.4	1.5	IVET-AL0014
NNVC-11.0(CALOP4)	-8.5%	-18.0%	-17.1%	2.3	36	NA	NA	NA	NA	NA	21.6	1.5	IVET-AK0311
NNVC-11.0(LOP4)	-7.6%	-14.3%	-13.2%	1.2	36	-8.6%	-15.4%	-15.7%	1.7	24	21.6	1.5	IVET-AK0014
NNVC-10.0(LOP3)	-7.4%	-13.6%	-11.6%	1.2	34	-8.5%	-14.3%	-14.0%	1.7	22	21.7	1.5	IVET-AJ0014
NNVC-9.1(LOP3)	-7.3%	-13.1%	-11.3%	1.2	81	-8.4%	-14.2%	-13.9%	1.7	49	24.8	1.72	IVET-AI0014
NNVC-8.0(LOP2)	-6.9%	-13.2%	-12.1%	1.2	73	-8.1%	-13.3%	-13.4%	1.7	44	24.9	1.55	IVET-AH0014
NNVC-7.1(LOP1)	-6.9%	-13.2%	-12.1%	1.3	86	-8.1%	-13.3%	-13.4%	1.8	56	24.9	1.55	IVET-AG0014
NN-Intra & HOP NN-filter													
NNVC-12.0(HOP5)	-14.2%	-19.6%	-20%	2.5	1135	-13.7%	-15.9%	-17.1%	2.5	769	471	2.7	IVET-AL0014
NNVC-11.0(HOP5)	-14.2%	-19.6%	-20%	2.5	1135	-13.7%	-15.9%	-17.1%	2.5	769	471	2.7	IVET-AK0014
NNVC-9.1(HOP4)	-14.0%	-19.1%	-19.5%	2.9	1446	-13.3%	-16.2%	-17.7%	2.6	853	483.6	3.0	IVET-AI0014
NNVC-8.0(HOP3)	-13.7%	-13.9%	-14.5%	2.5	1092	-12.7%	-11.6%	-13.0%	2.4	56	473.8	2.9	IVET-AH0014
NN-Intra & VLOP NN-filter													
NNVC-12.0(VLOP3)	-5.8%	-6.6%	-5.7%	1.1	15	-7.3%	-8.8%	-8.3%	1.5	11	9.9	1.4	IVET-AL0014
NNVC-11.0(VLOP3)	-5.8%	-6.6%	-5.7%	1.2	17	-7.3%	-8.8%	-8.3%	1.7	13	9.9	1.4	IVET-AK0014
NNVC-10.0(VLOP)	-5.6%	-7.6%	-6.4%	1.1	15	-7.2%	-9.4%	-8.8%	1.7	13	10.0	1.4	IVET-AJ0014
NNVC-9.1(VLOP)	-5.3%	-5.4%	-5.2%	1.2	40	-7.1%	-7.8%	-7.7%	1.8	29	5.1	0.2	IVET-AI0014
NN-Intra & LOP NN-filter & adaptive resolution													
NNVC-11 (NNSR)	-8.5%	-12.1%	-10.9%			-9.4%	-12.7%	-13.0%			26.4	1.5	IVET-AK0014
NNVC-8.0 RPR(*)	-7.5%	-10.9%	-9.7%			-8.5%	-11.3%	-11.0%			24.9	1.55	IVET-AH0014
NNVC-8.0 NNSR(*)	-7.8%	-11.9%	-10.5%			-8.6%	-11.8%	-11.3%			45.2	1.63	IVET-AH0014

- | 기존 신호처리 기반 코덱의 한계를 극복하기 위해 신경망을 활용한 영상 압축 기술이 활발히 도입되고 있음
- | 국제 표준화 기구(ISO/IEC JTC 1/SC 29 및 ITU-T SG 21)에서는 신경망 기반 영상 압축 기술 (NNVC)을 차세대 비디오 압축 표준으로 채택하기 위한 연구를 적극적으로 진행 중임
- | 현재 NNVC 개발 활동은 신경망을 활용한 요소 기술의 적용을 중심으로 기술 개발과 표준화를 준비하고 있음
- | 표준화 기구에서는 신경망 기반 압축 기술의 도입을 통해 성능 향상을 기대하고 있으며, 향후 표준에 반영될 가능성이 높음
- | 다만, 기존 비디오 코딩 표준이 하드웨어 기반으로 구현되어 디스플레이 장치에 적용되어 왔다는 점을 고려할 때, 실시간 처리가 가능하고 구현 가능한 신경망 기술의 개발이 병행되어야 한다는 우려 또한 존재함

GLISC 2025

Global ICT Standards Conference 2025

- 감사합니다 -

최기호 교수 경희대학교

aikiho@khu.ac.kr

ICT Standards and Intellectual Property:
AI for All