연구실 소개

연세대학교 영상통신연구실

서광덕 교수 / 연세대학교 미래캠퍼스 소프트웨어학부

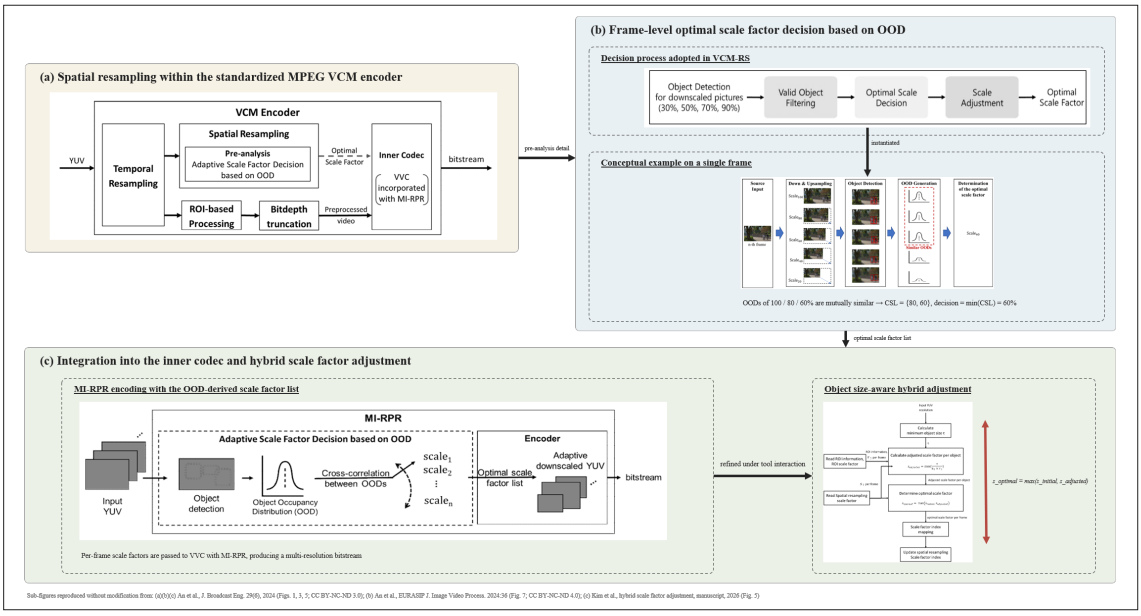
I. 영상통신연구실 현황

영상통신연구실(Visual Communication Laboratory, VISCOM Lab)은 2005년 설립된 이래 멀티미디어 부호화·통신·시스템 분야의 연구와 국제 표준화 활동을 이어오고 있다. SVC·MVC 등 다계층 비디오 부호화부터 최근의 VCM(Video Coding for Machines) 및 차세대 비디오 부호화 기술(Beyond VVC), MMT(MPEG Media Transport) 기반의 4K/8K-UHD·360° VR·Volumetric Video 등 실감미디어 전송 시스템 개발에 이르기까지 폭넓은 연구를 수행하고 있다. 특히 ISO/IEC JTC 1/SC 29(MPEG)에서 DASH부터 현재의 VCM 표준화까지 총 54건의 기고서를 발표하고 관련 특허 20여 건을 출원하였으며, 한국전자통신연구원(ETRI)과의 "기계를 위한 영상 부호화 기술 공동연구", 한국연구재단 지원 과제 등 산·연 협력과 연계하여 국제 저널 논문 32편, 국내 저널 논문 51편, 미국 등록 특허 18건 등의 성과를 확보하였다. 현재 석박사통합과정 1명, 학부연구생 2명이 소속되어 있으며, 배출된 졸업생(박사 4명, 석사 9명)들은 한국전자통신연구원, 국방과학연구소, 삼성전자, LG전자 등 국내외 유수 기관과 기업에서 활약하고 있다.

II. 영상통신연구실 수행 연구

1. 기계를 위한 비디오 부호화(VCM)의 공간적 리샘플링(Spatial Resampling) 기술 개발

본 연구실은 공간적 리샘플링 성능 고도화를 위해, 프레임 내 객체의 점유 분포(Object Occupancy Distribution, OOD)를 기반으로 다운샘플링 스케일을 프레임 단위로 적응적으로 결정하는 기법을 제안하였으며, 해당 기술은 VCM 표준(ISO/IEC 23888-2)에 채택되었다. 본 기법은 검출된 객체로부터 Spatial Descriptor를 생성해 점유 분포를 도출하고, 객체 점유율이 높은 프레임에는 완만한 스케일 축소를, 낮은 프레임에는 적극적인 스케일 축소를 적용하여 머신 비



<그림 1> VCM 공간적 리샘플링 및 스케일 보정 기법 개요

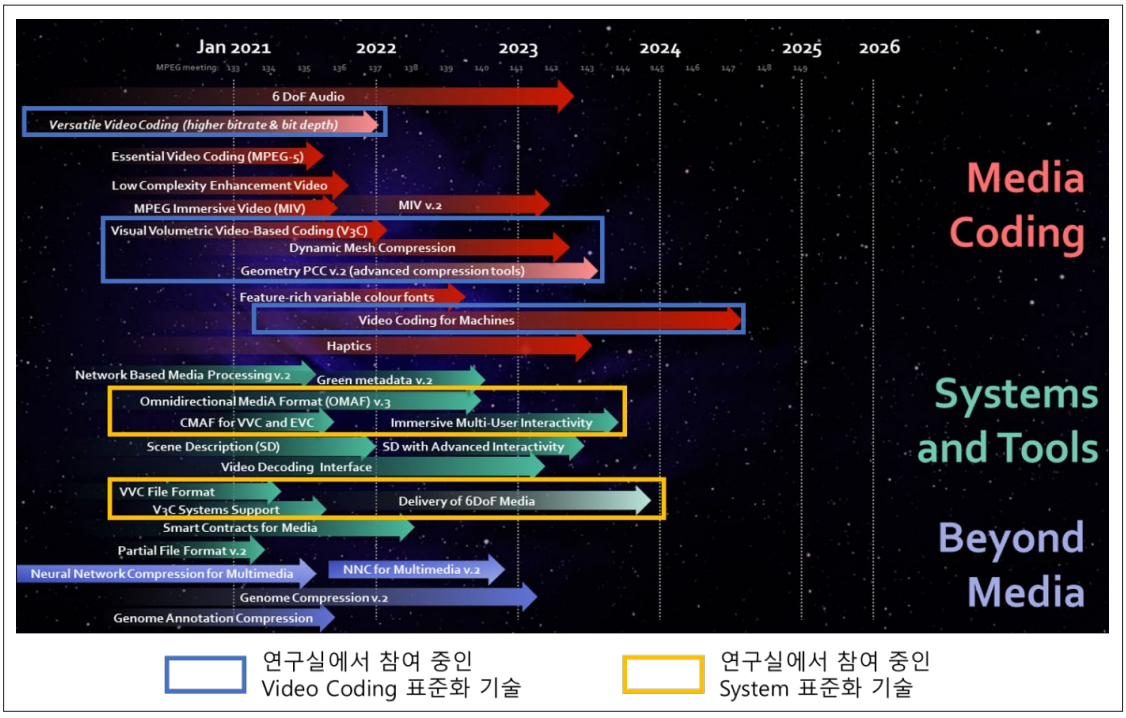
전 임무 성능과 압축 효율 간의 최적 균형을 달성한다. 또한 Bicubic 보간 기반 공간적 업스케일링과 리샘플링 필터 정보의 신택스 설계를 국제 표준화 회의에 기고하고 In-loop Filter의 선택적 동작 연구를 진행하는 등 관련 후속 연구를 함께 수행하고 있다.

이에 대한 보완 기술로, 도구 간 상호작용에 따른 평가 불안정성을 개선하기 위해 위 기법이 결정한 스케일 계수를 객체 크기와 콘텐츠 특성에 따라 보정하는 하이브리드 스케일 계수 보정 기법을 152차 MPEG 회의에 기고하고 방송공학회논문지와 ICGHIT에서 발표하였다. 이와 더불어 객체 추적 기반 적응적 시간 리샘플링 기법을 IEEE AVSS 2025에 게재하는 등, 〈그림 1〉과 같이 공간·시간 리샘플링을 아우르는 VCM 전처리 기술 전반으로 연구를 확장하는 것을 목표로 한다.

2. ISO/IEC MPEG 국제 표준화 활동

본 연구실은 설립 초기부터 연구 성과를 국제 표준에 반영하는 것을 핵심 목표로 삼아 ISO/IEC JTC 1/SC 29 MPEG 표준화 활동에 지속적으로 참여해 왔으며, MMT(ISO/IEC 23008-1) 표준화 과정에서 타이밍 모델, ARQ 오류 제어, 시그널링 등 핵심 요소 기술에 대한 기고와 표준 특허 확보의 기반을 마련한 바 있다. 최근에는 표준화 활동의 중심축을 VCM(ISO/IEC 23888-2)으로 옮겨 활발한 기고 활동을 수행하고 있다.

본 연구실은 공간적 리샘플링에 관한 핵심 검증 실험(Core Experiment, CE) 3와 시간적 리샘플링에 관한 CE 4에 참여하여, MI-RPR 기반 적응적 공간 리샘플링, 프레임 단위 공간적 리샘플링 표준 문안 작성, Bicubic 보간 기반 공간적 업스케일링, 리샘플링 필터 정보 신택스 설계, 객체 추적 기반 적응적 시간 리샘플링, 하이브리드 스케일 계



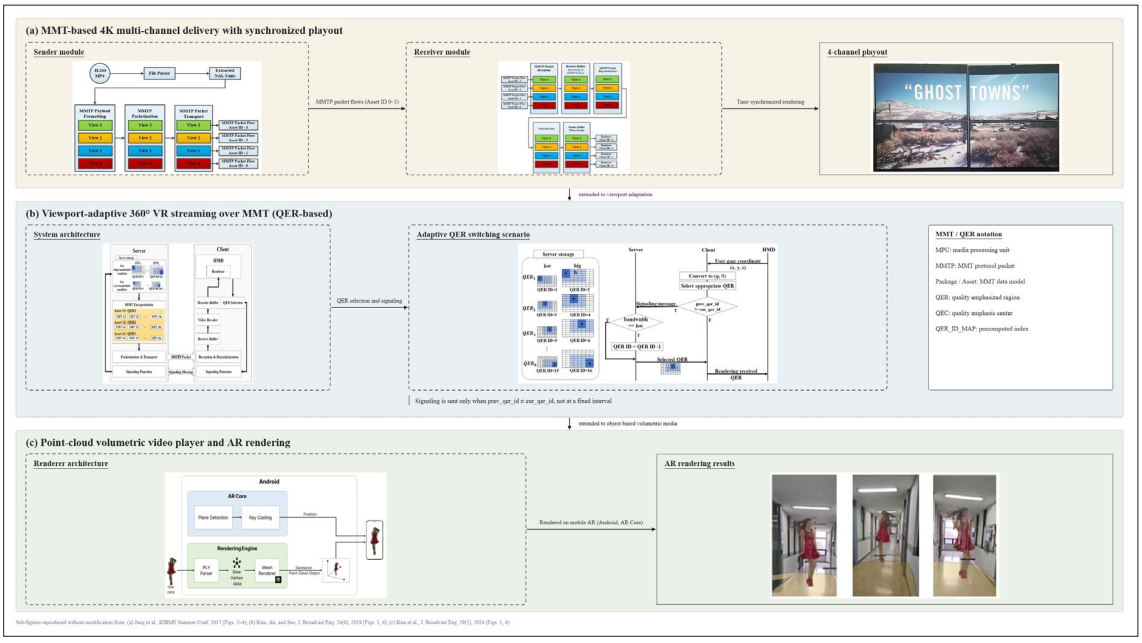
<그림 2> VISCOM 연구실이 참여해 온 ISO/IEC 표준화 기술 로드맵

수 보정 등의 기술을 제안 및 기고하였다. 이와 함께 기고 활동의 일환으로 VCM-RS의 동작 불일치 이슈 보고, CD Ballot 코멘트 대응 등 표준 문서의 정합성 확보에도 기여하였다. 이러한 표준화 이력은 〈그림 2〉의 MPEG 표준화 로드맵 상에서 Video Coding과 Systems 두 축에 걸쳐 있으며, 부호화와 전송을 아우르는 표준 원천 기술의 확보를 목표로 한다.

3. MMT 기반 실감미디어 전송 및 스트리밍 시스템 개발

미디어 소비 환경이 2D 평면 영상에서 3차원 공간형 미디어로, 수동적 시청에서 사용자 상호작용 기반의 능동적 소비로 진화함에 따라, 대용량 실감미디어를 안정적으로 전송하기 위한 시스템 계층 기술의 중요성이 커지고 있다. 본 연구실은 MMT 프로토콜 기반의 4K 다채널 미디어 초저지연 전송 및 초정밀 동기화 시스템 개발을 시작으로 지연 제약형 ARQ 오류 제어와 미디어 동기화 등 전송 요소 기술을 축적해 왔으며, 이를 토대로 현재는 사용자 중심의 적응적 실감미디어 스트리밍 기술 연구를 집중적으로 수행하고 있다.

대표적으로, 사용자가 실제로 소비하는 시점 영역(Viewport)과 네트워크 상황에 따라 타일별 품질을 적응적으로 할당하는 MMT 기반 뷰포트 적응적 360° VR 비디오 전송 시스템을 개발하여 개선된 QER(Quality Emphasized Region) 선택 알고리즘과 뷰포트 예측 기반 보조 타일 집합 구성 기법을 제안하였으며, 관련 연구로 2020년 한국멀티미디어학회 추계학술대회 우수논문상을 수상하였다. 나아가 Point Cloud로 구성된 3차원 Volumetric Video를 대상으로, 장면 내 중



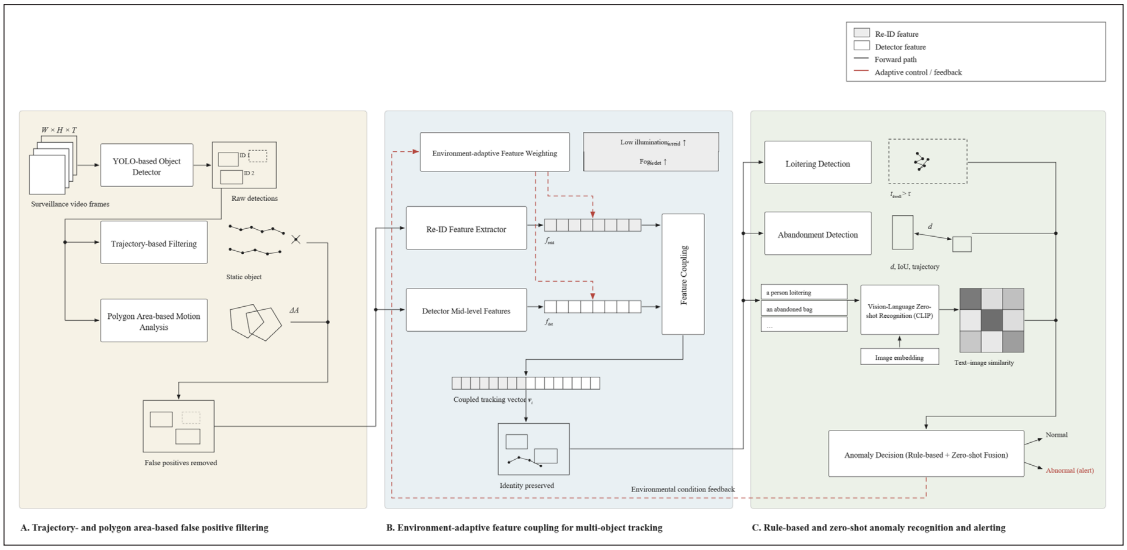
<그림 3> MMT 기반 실감미디어(4K 다채널, 360° VR, Volumetric Video) 전송 시스템 개요

요 객체에 대역폭 및 품질을 우선 할당하는 객체 단위 적응 전송 기법과 사용자 위치에 따른 공간·시간적 동기화 기법을 연구하고 Volumetric Video Player를 직접 설계하고 구현하였다. 전체 시스템 구성은 〈그림 3〉과 같으며, 이를 통해 객체 기반 적응적 스트리밍 기술을 고도화하는 것을 목표로 한다.

4. 지능형 CCTV 영상 분석을 위한 AI 기반 영상처리 기술 연구

현재 딥러닝 기반 CCTV 영상 분석 시스템은 악천후와 저조도 환경에서의 오탐지, 복합 이벤트 동시 탐지의 어려움, 그리고 배포 이후 환경 변화에 대한 적응력 부족 등의 한계를 가지며, 본 연구실은 이를 해결하기 위해 YOLO 계열 검출기에 Trajectory 기반 필터링과 Polygon Area 기반 움직임 분석을 결합한 False Positive 감소 기법, Re-ID 특징과 검출기 특징을 하나의 추적 벡터로 결합하고 환경 변화에 따라 특징별 중요도를 조절하는 Feature Coupling 기반의 강인한 Multi-Object Tracking 기법을 설계하고 있다.

이와 함께 체류 시간 및 영역 정보 기반의 Loitering 탐지와 사람-객체 간 거리, IoU, 궤적 관계 분석 기반의 Abandonment 탐지 등 궤적 기반 이상행동 탐지 모델을 연구하고 있으며, CCTV 데이터 수집 비용과 학습 데이터 의존성 문제에 대응하기 위해 CLIP 기반 Text-Image Similarity와 프롬프트 엔지니어링을 활용한 Vision-Language 기반 Zero-shot 이상 상황 인식 기술을 함께 연구하고 있다. 최종적으로는 〈그림 4〉의 전체 시스템 구성과 같이, 이들 세부 연구를 통합하여 지연과 연산량을 최소화한 Multi-Modal 기반 통합 CCTV 이상행동 분석 시스템을 구축하는 것을 목표로 한다.



<그림 4> AI 기반 통합 CCTV 이상행동 분석 시스템 구조

Ⅲ. 영상통신연구실 주요 실적

1. 주요 수상 실적

년도	수상명
2022	학부 우수논문 장려상, 한국통신학회 동계종합학술발표회
2020	우수논문상, 한국멀티미디어학회 추계학술대회
2016	Best Paper Award, International Conference on Systems and Networks Communication (ICSNC), Rome, Italy
2015	우수논문상, 한국정보과학회/한국빅데이터학회 공동학술 심포지엄
	우수논문상, 한국방송공학회 하계학술대회
2014	Best Paper Award, International Conference on 3D Systems and Applications (3DSA)
2008	우수논문상, 한국멀티미디어학회
2006	2005 연구우수교수상, 연세대학교

2. 주요 기고서 실적

년도	기고서명
2025	[VCM] Hybrid scale factor adjustment for spatial resampling, m74438
	[VCM] CE4.1 Tracking-based adaptive temporal resampling with RA alignment, m72274
2024	[VCM] [CE3-related] Syntax for spatial resampling filter information, m70183
	[VCM] Spatial upscaling using the bicubic interpolation, m68906
	[VCM] Text of frame-level spatial resampling for VCM, m66788
2023	[VCM] Adaptive spatial resampling based on MI-RPR for VCM, m64124
2014	[MMTAmd1] ARQ configuration message for delay-constrained ARQ in MMT, m33318
2011	Proposal for C.2 Layer Design (C2-LD) on hybrid network synchronization control, m21547
	Proposed D-layer header formats for Reed-Solomon style AL-FEC of MMT system, m21265
	Proposed timing model for MMT system, m21264
	Response to Call for Proposal of MPEG Media Transport (MMT), m19332

3. 주요 논문 실적

년도	논문명 (발행처)
2026	VCM의 도구 간 상호작용으로 인한 평가 불안정성 개선을 위한 공간적 재표본화 스케일 보정 기법 (방송공학회논문지)
2025	Tracking-based Adaptive Temporal Resampling for Video Coding for Machines (IEEE International Conference on Advanced Video and Signal-based Surveillance (AVSS))
2024	Adaptive spatial down-sampling method based on object occupancy distribution for video coding for machines (EURASIP Journal on Image and Video Processing)
	Sub-optimal video coding method for VCM based on selective operation of in-loop filter (ETRI Journal)
2019	Complexity Reduction Method for HEVC Encoding Based on Scene-change Detection and Image Texture Information (International Journal of Distributed Sensor Networks)
2017	Error-resilient surveillance video transmission based on a practical joint source-channel distortion computing model (Journal of Supercomputing)
2016	A client-driven media synchronization mechanism for RTP packet-based video streaming (Journal of Real-time Image Processing)
	An efficient delay-constrained ARQ scheme for MMT packet-based real-time video streaming over IP networks (Journal of Real-time Image Processing)

저 자 소 개



서광덕

- 1996년 : 한국과학기술원(KAIST) 전기및전자공학과 학사
- 1998년 : 한국과학기술원(KAIST) 전기및전자공학과 석사
- 2002년 : 한국과학기술원(KAIST) 전기및전자공학과 박사
- 2002년 ~ 2005년 : LG전자 단말연구소 선임연구원
- 2010년 ~ 2012년 : 미국 Qualcomm 기술자문역
- 2012년 ~ 2013년 : 미국 University of Florida 방문교수
- 2014년 ~ 2015년 : 방송과 미디어 편집위원장
- 2016년 ~ 2019년 : 방송공학회논문지 편집위원장
- 2020년 ~ 2022년 : 연세대학교 미래캠퍼스 교무처장
- 2005년 ~ 현재 : 연세대학교 미래캠퍼스 소프트웨어학부 교수
- 2010년 ~ 현재 : 한국방송·미디어공학회 이사
- 2026년 ~ 현재 : 연세대학교 미래캠퍼스 연구처장 겸 산학협력단장
- 주관심분야 : 비디오 코딩, 시각적 통신, 디지털 방송, 멀티미디어 통신 시스템