

서강대학교 VDSLab

강석주 교수 / 서강대학교 VDSLab

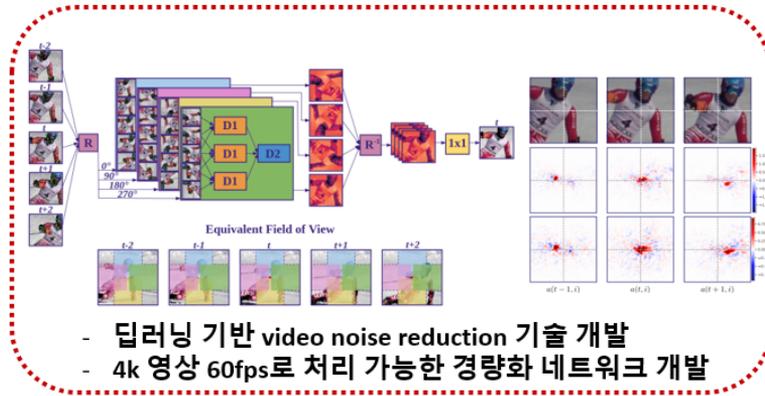
I . VDSLab 현황

VDSLab은 영상 처리에 관한 이론을 기반으로 다양한 연구를 활발히 수행하고 있으며, 현재 BK 혁신 인재 양성 사업단 및 대학 ICT 연구센터 육성지원 등 다양한 사업단 및 연구센터에 책임 연구실로 소속되어 있다. 대표적으로 Computer Vision, Image Processing, 3D Reconstruction, Image Enhancement, Multi-modal learning, Time series classification 등을 연구하고 있으며, 해당 분야에서의 활발한 연구로 최근 1년 동안 다수의 top-tier 국제 학회인 CVPR, ICCV, WACV, AAAI 등에 논문을 게재 및 발표하였다. 연구실의 석사 및 박사 과정 학생들은 국내외 저널에도 활발히 논문을 게재하고 있으며, 연구 외에도 이상 탐지, 3D, 멀티모달 등 다양한 산업 과제를 활발히 수행하고 있다.

1. Learning-based Raw Video Denoising 기술 개발

일반적인 영상 장치 시스템에서 카메라와 같은 영상 source에서 취득된 데이터는 디지털 영상 처리 과정인 카메라 파이프라인을 거쳐 컴퓨터 스크린과 같은 영상 render에 전달된다. 여기서 영상 source 단에 포토센서의 격자 형태의 Bayer 필터를 거쳐 raw 데이터가 취득되는데, 해당 데이터는 센서의 출력값을 직접적으로 사용하기 때문에 양자화 노이즈 및 광학적 현상으로 인한 여러 종류의 노이즈를 포함한다. 딥러닝 기술은 복잡하고 다양한 입력 데이터에 대

Learning-based Raw Video Denoising 기술 개발



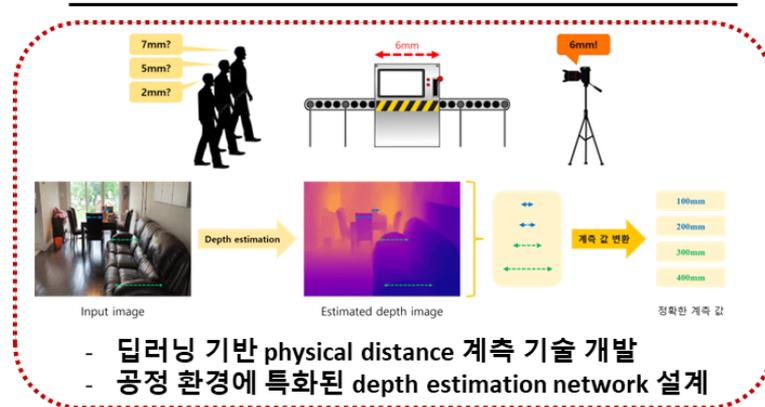
< 그림 1 > Learning-based Raw Video Denoising 기술

해 효과적으로 패턴을 학습하고 파악하는데 강점을 가지고 있어 영상을 포함한 여러 비정형 데이터를 다루는 어플리케이션에서 뛰어난 성능을 달성하고 있다. 이에 본 연구실은 딥러닝 기술을 활용하여 영상 source에서 취득된 raw 데이터에 존재하는 노이즈를 제거하고 clean한 RGB 영상을 복원하는 기술을 연구하고 있다. 또한 영상 감시 장비 등 온-디바이스 시스템에 적용하는 관점을 다루고 있기에 다른 장치들과 실시간 동작을 위해서 고속 동작이 가능한 경량화된 딥러닝 네트워크 구조에 대한 연구도 함께 진행하고 있다.

2. 2D 이미지에서 3D Depth 추출 위한 AI 이미지 처리 기술 개발

<그림 2>는 딥러닝 기반의 physical distance 계측 기술을 개발하는 연구를 설명한다. 공정 환경에서 객체의 길

2D 이미지에서 3D Depth 추출 위한 AI 이미지 처리 기술 개발

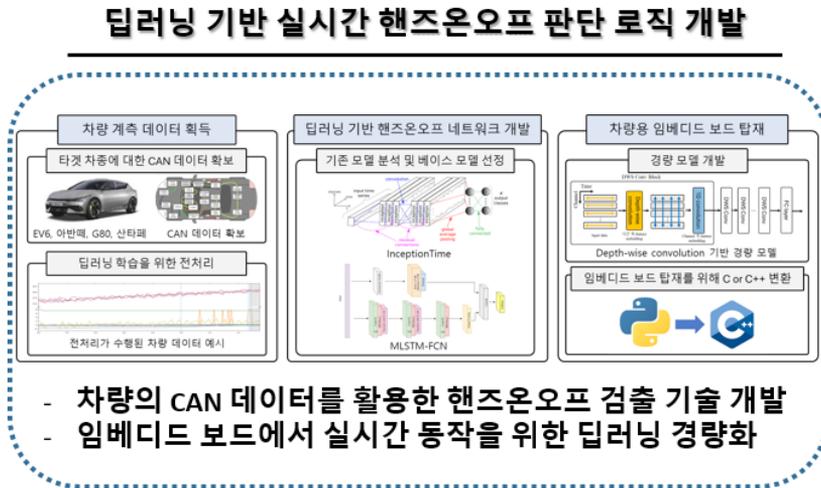


< 그림 2 > 2D 이미지에서 3D Depth 추출 위한 AI 이미지 처리 기술

이 등을 카메라로 관측한 결과로 추정하는 것은 요구사항에 최적화된 정확한 공정을 위해 공정상에서 중요하다. 기존에는 rule-based로 depth를 추정했다면, 본 과제에서는 depth를 추정하는 딥러닝 모델을 활용하여 depth를 추정한다. 본 연구에서는 공정 환경에 특화된 depth estimation network를 설계하여 physical distance를 예측할 수 있도록 하였다. 대부분의 Baseline Depth Estimation model의 경우, 공정 설비가 아니라 일반적인 물체에 대한 이미지들로 학습되어 있으므로 공정 설비를 고려한 데이터셋에 기반하여 network를 학습시킨다.

3. 딥러닝 기반 실시간 핸즈온오프 판단 로직 개발

<그림 3>은 자율주행 시 운전자의 안전 및 법규 대응을 위한 핸즈온오프 로직을 적용한 기술을 설명한다. 핸즈온오프는 운전자의 안전 및 책임 소재와 관련성이 깊으므로, 해당 기술은 중요하다. 기존에는 조향 토크 크기 및 변화율을 고려하여 핸즈온오프를 판단했다면, 본 과제에서는 차량 CAN 신호 기반의 딥러닝 모델을 활용하여 핸즈온오프 로직을 개발한다. 핸즈온오프 성능을 개선하여 법규 만족 및 고객 편의성 향상, 경량화 및 최적화를 고려하여 임베디드 시스템에서의 실시간 구동 전기차에 특화된 플랫폼 기반 구동 기술을 확보하고자 한다. 핸즈온 판단성능 80% 이상, 핸즈온오프 판단성능 95%를 목표로 하고 있다. 또한, 향후 ECU에 탑재 가능한 수준의 메모리 및 계산량 최적화된 딥러닝 네트워크를 개발하고자 한다.

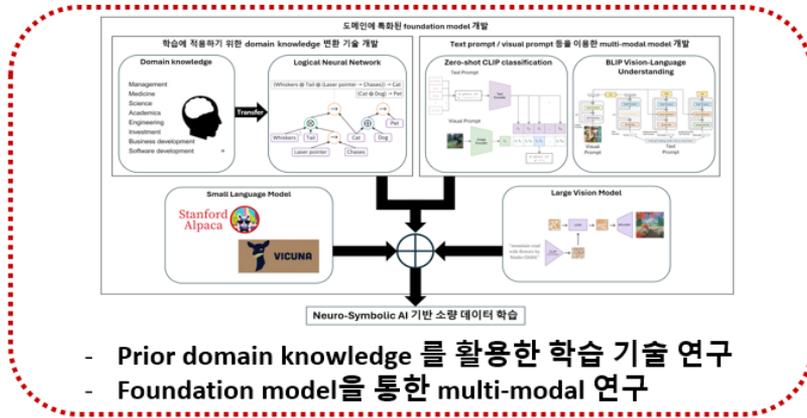


<그림 3> 딥러닝 기반 실시간 핸즈온오프 판단 로직 개발

4. Neuro-Symbolic AI 기반 소량 데이터 학습 연구

인공 지능 기술, 특히 딥러닝 기술의 비약적인 성능 향상이 디스플레이 산업 및 다양한 산업 분야에서 크게 이바지하였다. 그러나 딥러닝 기술은 신경망을 이용하고, 이는 많은 데이터를 필요로 하여 계산 리소스 및 시간의 측면에서 비효율적이다. 뿐만 아니라 이러한 데이터 기반의 접근은 일부 복잡한 추론, 상식적 이해, 그리고 추상적인 개념 처리에 어려움을 겪고 있다. Neuro-Symbolic AI는 규칙과 논리에 기반한 ‘symbolic AI’와 데이터에 기반한 ‘신경망’을 결합하여 인간과 유사한 추론 및 의미 해석 능력을 갖추려는 시도이다. 본 과제에서는 Neuro-Symbolic AI의 연구를 통

Neuro-Symbolic AI 기반 소량 데이터 학습 연구



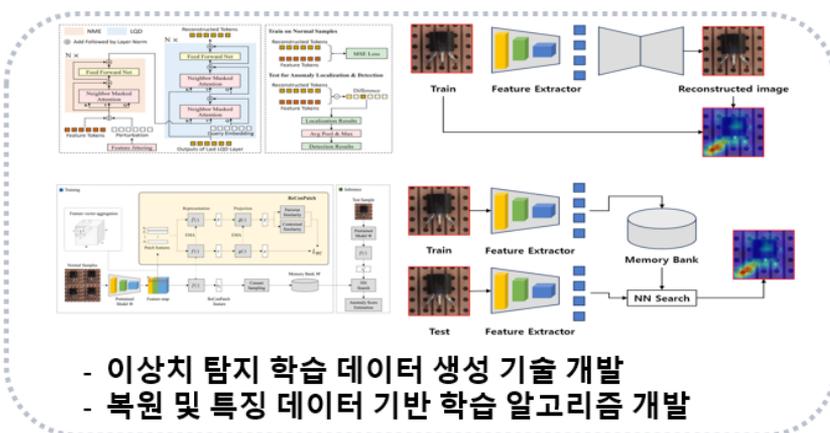
<그림 4> Neuro-Symbolic AI 기반 소량 데이터 학습 연구

해 기계가 학습과 추론을 할 때 소규모 데이터를 효과적으로 활용하여 대규모 데이터를 활용한 인공지능과 유사한 성능을 달성하는 방법을 탐구한다. 이로써 산업 분야에서는 제한된 데이터 환경에서도 지능적인 응용이 가능해지며, 소규모 도메인에서 발생하는 문제들에 대한 해결책을 제시할 수 있다. 본 과제에서는 이를 위해 크게 3가지 주제 학습에 적용하기 위한 domain knowledge 변환 기술 개발, text prompt / visual prompt 등을 이용한 multi-modal 모델 개발, 도메인에 특화된 foundation 모델 확보에 대한 내용을 연구하고자 한다.

5. 딥러닝 기반 이상치 탐지 고도화 기술 개발

딥러닝 기반 이상치 탐지 고도화 기술 개발은 제조된 품질 관리가 매우 중요한 실제 산업의 특성을 기반으로 비정상

딥러닝 기반 이상치 탐지 고도화 기술 개발

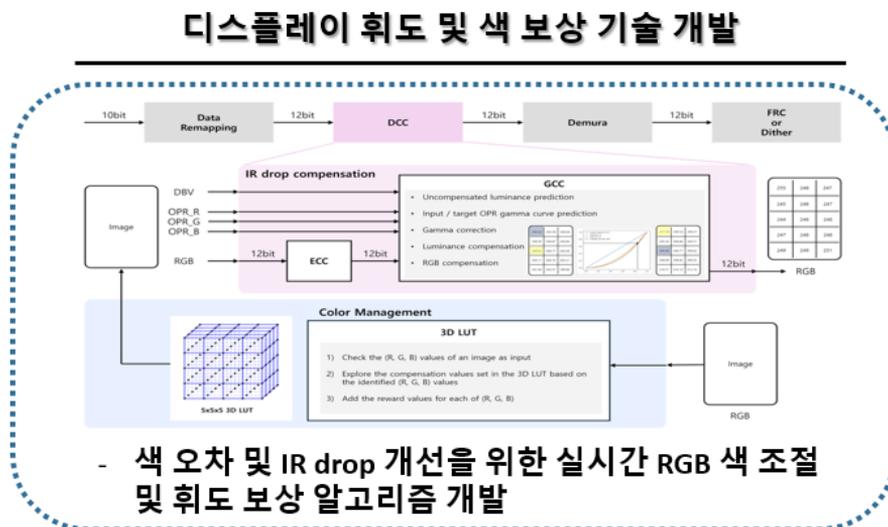


<그림 5> 딥러닝 기반 이상치 탐지 고도화 기술 개발

제품을 미리 검출하여, 생산되는 제품의 수율을 높일 목표로 진행하고 있다. 또한 정상 제품보다 비정상 제품이 적다는 산업적 특성을 기반으로 self-supervised learning으로 진행하고 있으며 Reconstruction-based, Feature Matching-based 방법으로 고도화 연구를 진행하고 있다. 이에 따라, 본 연구에서는 비정상 이미지를 pretrained 모델로 분석하여 특징을 추출하고, 이를 정상 이미지로 재구성하여 입력 이미지와의 차이를 통해 anomaly score를 계산함으로써 이상 탐지를 수행한다. 또한, 분할된 비정상 patch들과 정상 patch들 간의 유사도 검사를 통해서도 이상 탐지가 가능하다. 이러한 방법을 통해, 실시간으로 제품의 품질을 모니터링하며 비정상 제품을 즉각적으로 파악하여 제조 과정의 효율성을 극대화할 수 있다. 이 고도화된 이상 탐지 기술은 다양한 산업 분야에 적용되어, 높은 정밀도와 신뢰성을 바탕으로 생산성 향상에 기여할 수 있다. <그림 5>는 해당 기술에 대한 흐름도를 보여준다.

6. 디스플레이 휘도 및 색 보상 기술 개발

디스플레이 기술의 지속적인 발전에도 불구하고 color shift 문제는 여전히 미해결 과제로 남아있다. 이에 대응하여, 연구실에서는 모바일 디스플레이 휘도 및 색 보상 기술을 개발하는 연구를 수행하고 있다. 이에 따라 휘도 및 색차 왜곡을 적절한 보상 커브를 사용하여 보정하고 화질을 유지할 수 있는 알고리즘 개발을 목표로 한다. 크게 3가지 파트로 구성되는데, 첫 번째 파트는 ‘color management 및 오차 보상 기술 개발’로, 자체적인 RGB 3D LUT를 이용한 색상 오차 알고리즘을 설계하여 효과적으로 줄일 수 있도록 한다. 두 번째 파트는 ‘IR drop compensation 기술 개발’로, 디스플레이 패널의 전압 강하 현상으로 인해 휘도 차가 발생하는 문제를 RGB 보상을 통해 화면이 균일해 보일 수 있도록 한다. 세 번째 파트는 ‘over driving compensation 기술 개발’로, line memory 기반의 보상 기법을 적용하여 디스플레이 상 이미지 변화로 인해 발생하는 잔상을 줄일 수 있도록 한다. <그림 6>은 현재까지 완료된 해당 기술의 color management와 IR drop compensation에 대한 흐름도를 보여준다.

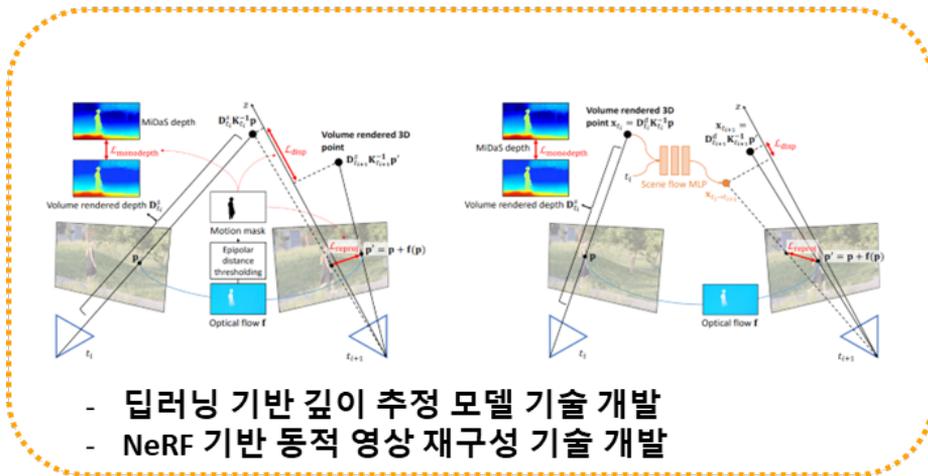


<그림 6> 디스플레이 휘도 및 색 보상 기술 개발

7. 초실감 메타버스 서비스를 위한 실시간 입체영상 공간컴퓨팅 기술 개발

Camera pose가 주어지지 않은 monocular camera 기반 dynamic scene reconstruction을 위해, 카메라의 rigid transformation과 물체의 non-rigid transformation을 수식적으로 추정 가능하도록 monocular depth estimation, motion mask, optical flow 정보를 활용하여 loss와 deformation scene flow MLP를 구성하고 이를 통해 4D 공간을 재구성한다. 실사 입체영상 기반 공간표현 획득을 목표로 하고, Gaussian Splatting 기반의 모델을 사용하여 렌더링 시간을 줄이고 테스트 데이터에 대한 품질을 높인다. 이를 위해 공간 표현 방식 정합에 대해 탐구하고, 영상 도메인에서 outpainting 방향의 방법론을 검토하는 한편, Diffusion 모델을 활용하여 경계 부분의 공간표현을 직접 생성하는 방법에 대하여 연구한다. <그림 7>은 해당 과정을 수행하기 위한 동작 구성을 설명한다.

초실감 메타버스 서비스를 위한 실시간 입체영상 공간컴퓨팅 기술 개발



<그림 7> 초실감 메타버스 서비스를 위한 실시간 입체영상 공간컴퓨팅 기술 개발

II. 최근 VDSLab 수상 현황

1. 수상 실적

년도	수상 명
2023	삼성전자 DS 산학교류회 최우수논문상 수상
	서강대학교 산학협력단 연구공로상
	서강 리치 공학 펠로우 수상
	인공지능신호처리합동학술대회, 장려논문상
2022	Merck Young Scientist Award
	인공지능신호처리합동학술대회, 최우수논문상
2021	인공지능신호처리합동학술대회, 최우수논문상
	서강 리치 공학 영펠로우 수상
	서강 리치 공학 학술상
	대한전자공학회 공로상
2020	International SoC Design Conference, Best Paper Award
	한국방송·미디어공학회, 신진연구자상
2019	International SoC Design Conference, Best Paper Award
	IEIE/IEEE Joint Award for Young IT Engineer

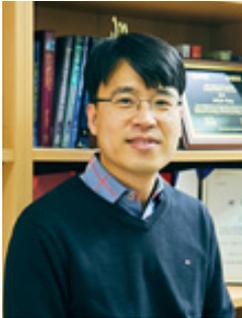
2. 주요 논문 실적

년도	발행처	논문 수
2024	IEEE/CVF Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV)	2
	IEEE Transactions on Multimedia (TMM)	1
	IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)	1
2023	IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology (TCSVT)	1
	IEEE Transactions on Multimedia (TMM)	2
	International Conference on Machine Learning Workshop (ICMLW)	2
	IEEE Transactions on Industrial Informatics (TII)	1
	IEEE/CVF Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV)	1
	The Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI)	1
	IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (ICCV)	1
	IEEE/CVF International Conference on Computer Vision Workshops (ICCVW)	2
	IEEE/CVF Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV)	1
The European Conference on Computer Vision Workshops (ECCVW)	1	
2022	The European Conference on Computer Vision (ECCV)	1
	IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology (TCSVT)	2
	IEEE/CVF Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV)	1
	The Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI)	1
2021	IEEE Transactions on Image Processing (TIP)	1
	IEEE Transactions on Multimedia (TMM)	2
	International Conference on Machine Learning Workshop (ICMLW)	2
	Neural Information Processing Systems Workshop (NeurIPSWS)	1
2020	IEEE Transactions on Image Processing (TIP)	1
	IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology (TCSVT)	1



<그림 8> 2024년 2월 VDSLab 졸업식 기념사진

저 자 소 개



강 석 주

- 1999년 ~ 2006년 : 서강대학교 전자공학과 학사
- 2006년 ~ 2011년 : 포항공과대학교 전자전기공학과 박사
- 2015년 ~ 현재 : 서강대학교 전자공학과/시스템반도체공학과 교수
- 2023년 ~ 현재 : ITRC 대규모 데이터센터용 인공지능 시스템 반도체 연구센터 센터장
- 2022년 ~ 현재 : BK 지능형 시스템 반도체 사업단장
- 2022년 ~ 2023년 : NAVER CLOVA AI 방문 교수
- 2017년 ~ 2021년 : Group Chair of IEEE 3079 Working Group
- 2018년 ~ 현재 : ICT 국제 표준 전문가
- 2018년 ~ 현재 : Associate Editor of IEIE Transactions on Smart Processing and Computing
- 2021년, 2023년 : TPC chair of ITC-CSCC, ICEIC
- 2023년 ~ 현재 : Associate Editor of IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology

(수상 경력)

- 2019년 : IEIE/IEEE Joint Award for Young IT Engineer (젊은 공학자상) 수상
- 2020년 : 한국방송·미디어공학회 신진연구자상 수상
- 2021년, 2022년 : 대한전자공학회 인공지능신호처리 학술대회 최우수논문상 수상
- 2022년 : IMID Merck Young Scientist Award 수상