

F2LM 기반의 비디오 이상 탐지 방법 및 장치

연세대학교 컴퓨터과학과
데이터공학연구실

발명자: 박상현, 홍승균, 안성현, 조영완

발표일: 2025.01.15

발표자: 안성현



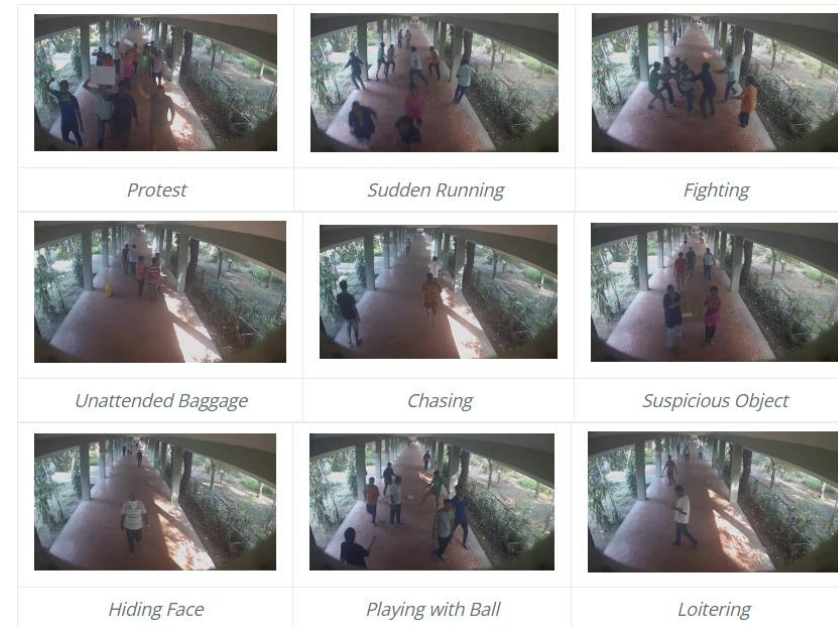
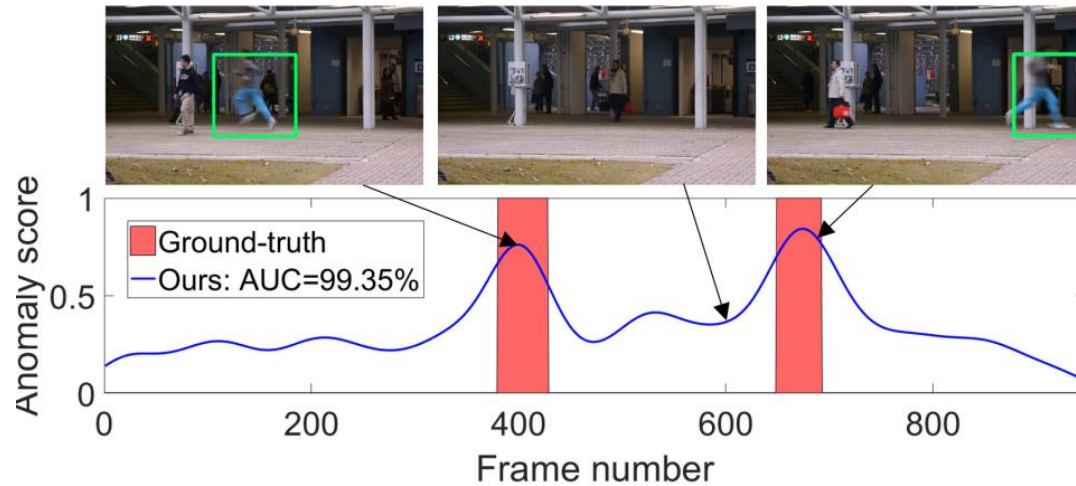
연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

DELAB
Data Engineering LAB

01 발명의 배경 비디오 이상 탐지



- 클래스 불균형 문제 $|\{x_i | y_i = 0\}| \gg |\{x_i | y_i = 1\}|$
- 다양한 비정상성 문제
- 정상 데이터만을 학습하고, 정상 데이터의 패턴과 유사하지 않은 모든 것을 비정상으로 분류하는 방법인 단항 분류(One Class Classification, OCC)가 주로 활용됨

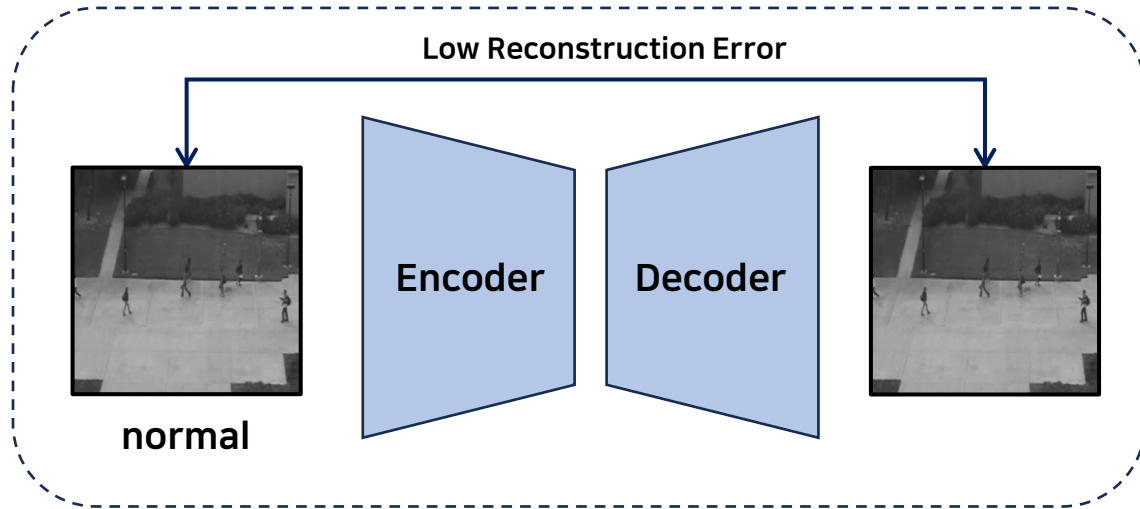


Rodrigues, Royston, et al. "Multi-timescale trajectory prediction for abnormal human activity detection." *Proceedings of the IEEE/CVF winter conference on applications of computer vision*. 2020.

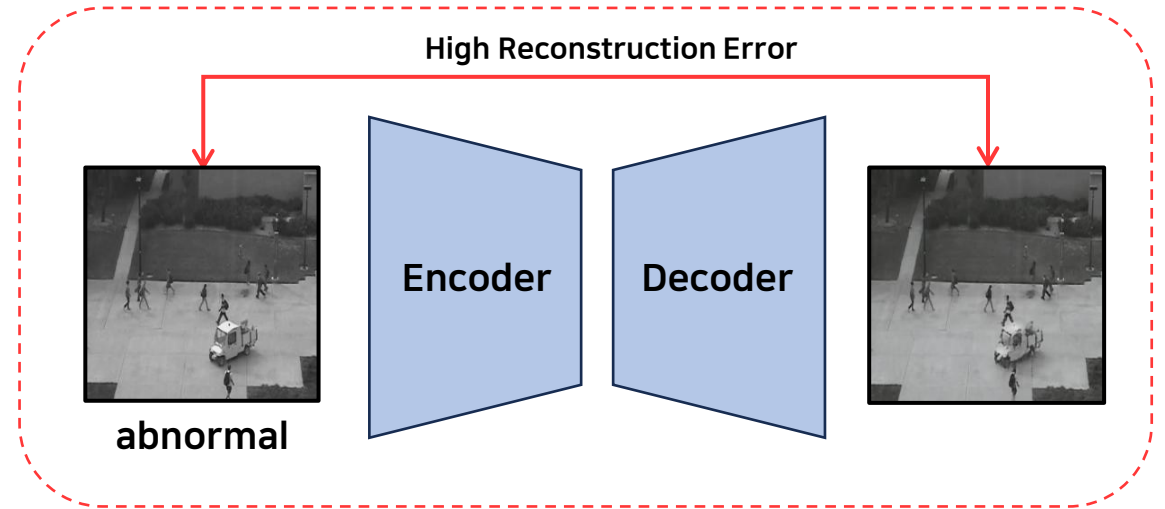
01 발명의 배경 종래 기술 분석



- 단항 분류 - 재구축 기반 방법
- 딥 러닝 모델을 활용하여 정상 데이터를 재구축 혹은 예측하는 방법
- 기본 아이디어: 정상 데이터는 올바르게 재구축/예측을 수행할 수 있으나 비정상 데이터는 올바르게 수행하지 못 함



Training (Only normal Samples)

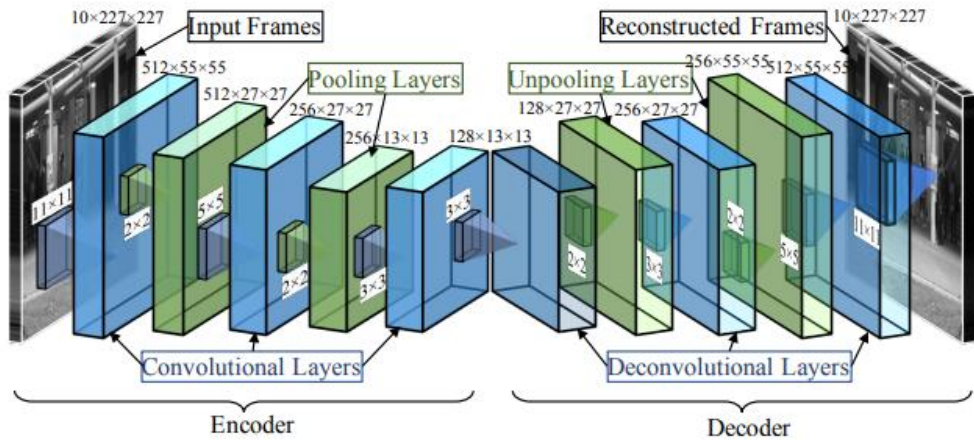


Test

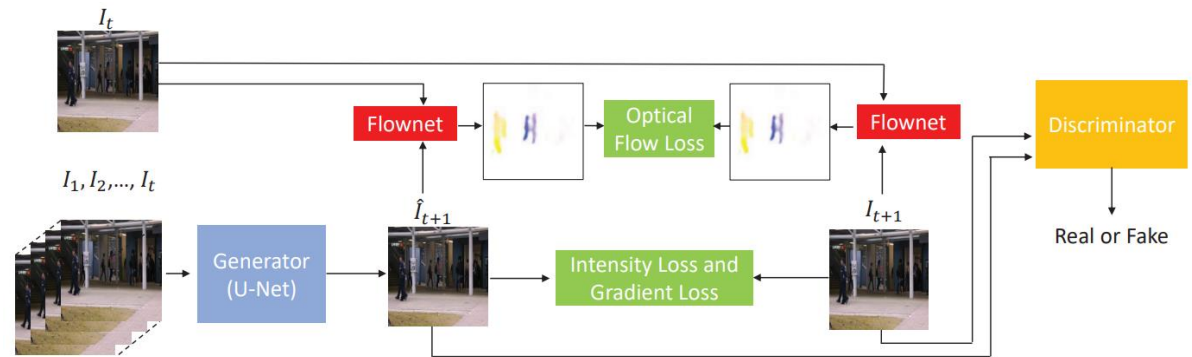
01 발명의 배경 종래 기술 분석



- Conv-AE: 정상 프레임들을 복원하는 오토인코더를 학습하면, 비정상 프레임들은 복원하지 못 할 것이라고 제안한 방법
- FFP: 정상 미래 프레임만 예측하는 생성자를 학습하면, 비정상 미래 프레임은 예측하지 못 할 것이라고 제안한 방법
- 두 방법은 모두 비정상 프레임의 생성 능력을 억제하는 데 중점을 둬, 하지만 딥 러닝 모델의 강력한 일반화 능력으로 인해 비정상 프레임도 그럴듯하게 생성한다는 문제점이 발생함



Hasan, Mahmudul, et al. "Learning temporal regularity in video sequences." Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. 2016.

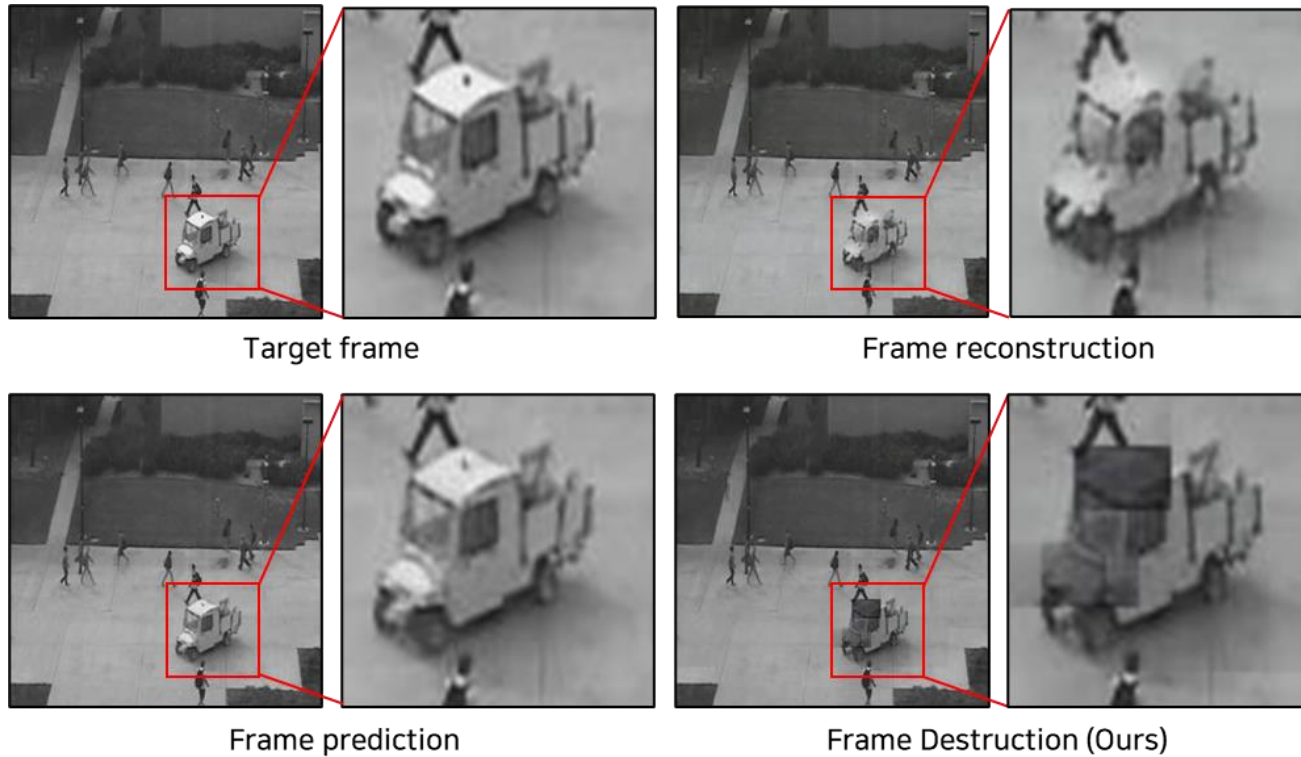


Liu, Wen, et al. "Future frame prediction for anomaly detection—a new baseline." *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*. 2018.

02 발명의 설명 프레임 파괴 방법



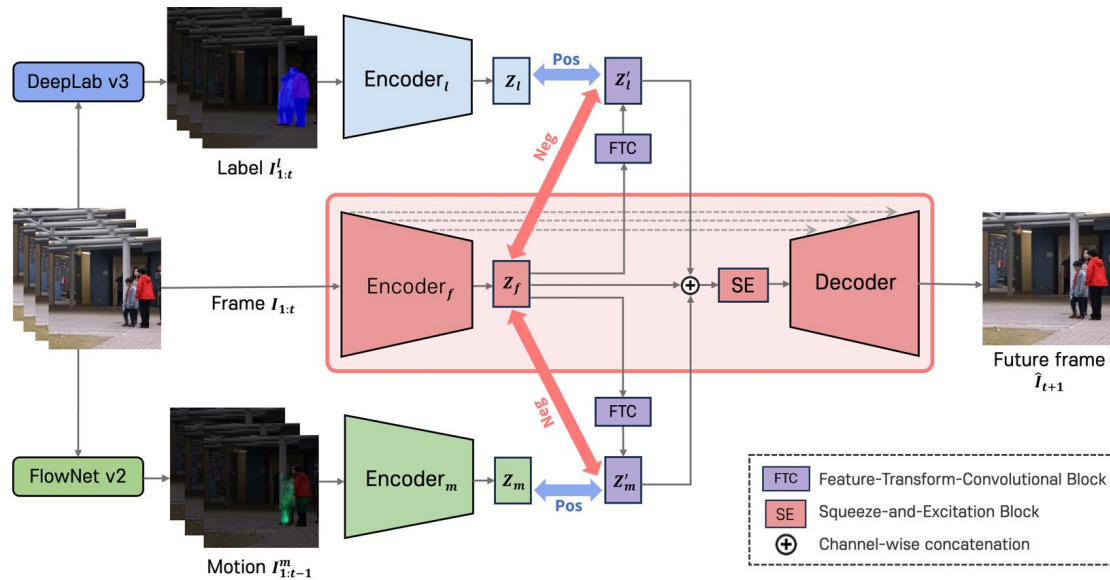
- 프레임 파괴 방법 (Frame Destruction)
- 비정상 프레임 생성 능력을 억제하는 데 그치지 않고, 비정상 프레임을 제거까지 하는 것을 목표로 함
- 비정상 영역을 관련 없는 검은 영역으로 변환하여 더 비정상처럼 만들면, 정상과 확실하게 구분할 수 있을 것으로 기대함



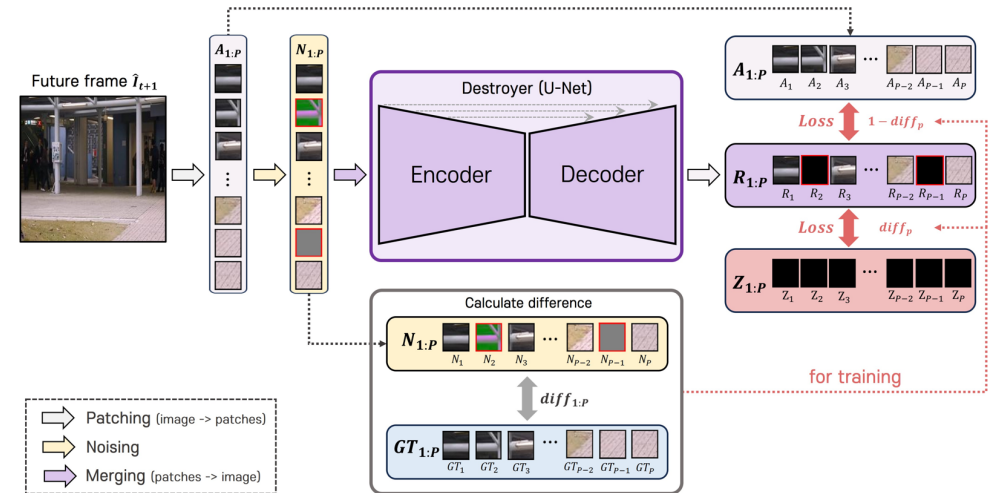
02 발명의 설명 제안 모델



- 새로운 생성자와 파괴자
- 정상 미래 프레임은 잘 예측하고, 비정상 미래 프레임은 못 예측하는 새로운 생성자, F2LM Generator(F2LM 생성자) 제안
- 잘 예측된 미래 프레임은 유지하고 못 예측된 미래 프레임은 파괴하는 Destroyer(파괴자) 제안



F2LM Generator

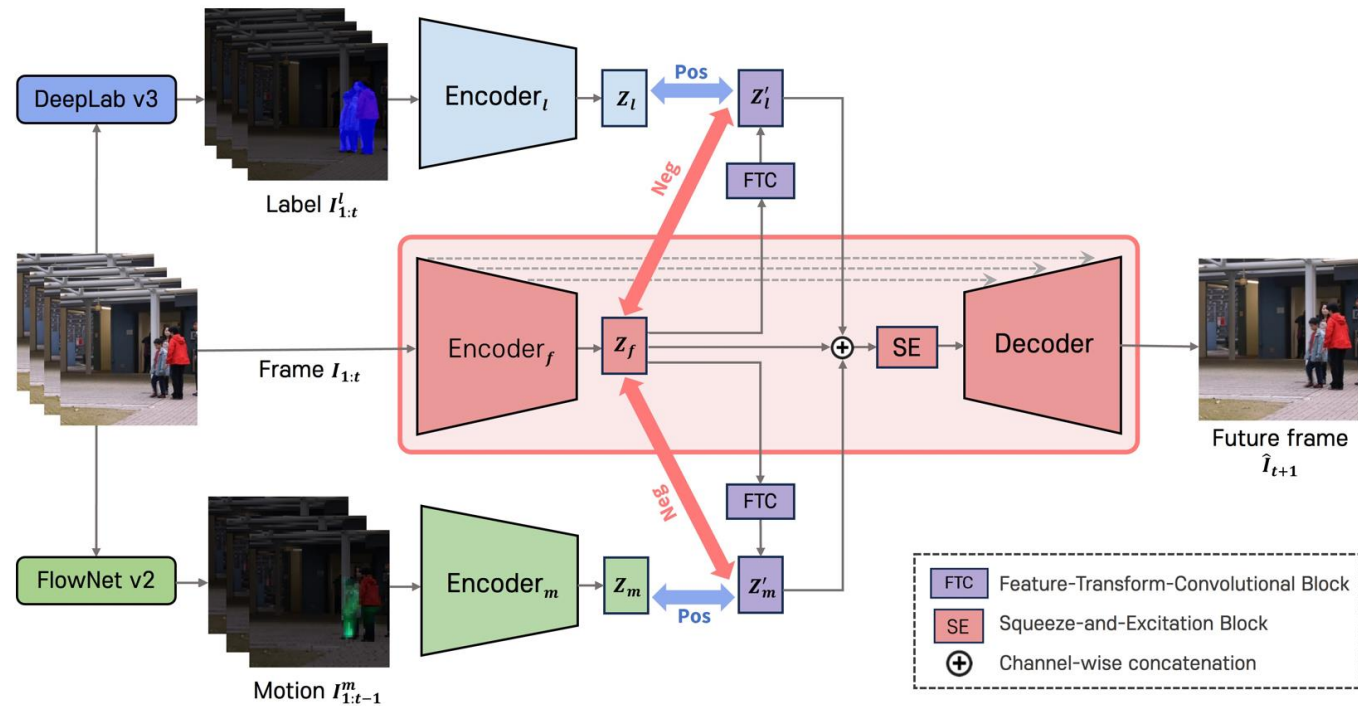


Destroyer

02 발명의 설명 F2LM 생성자



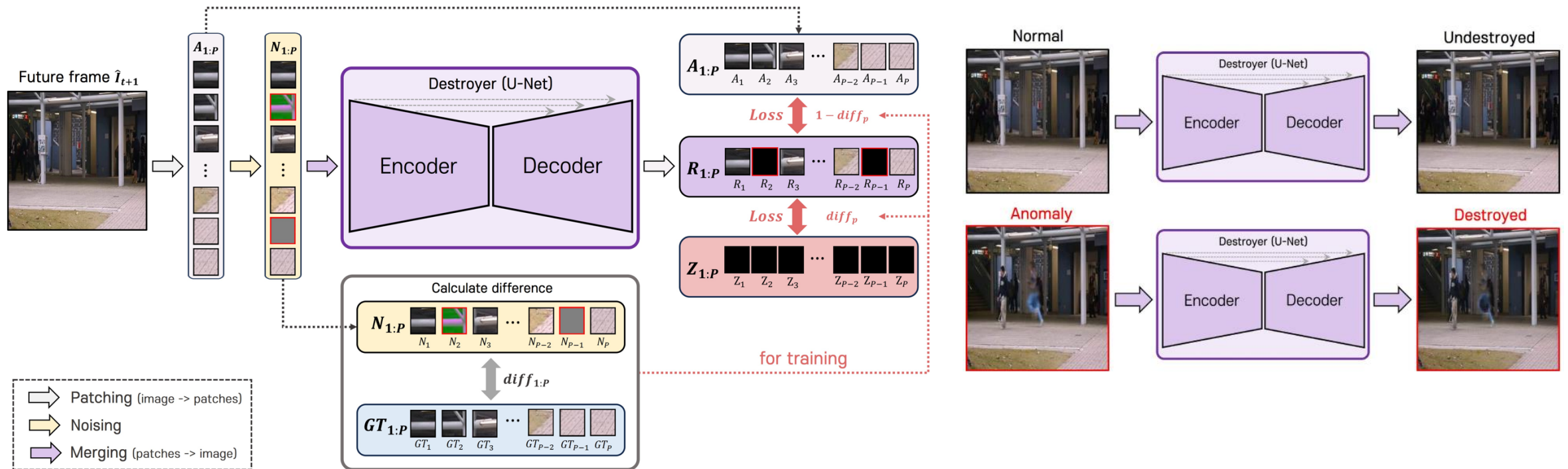
- 라벨, 프레임, 모션 정보를 입력받아 이를 다른 타입으로 변환한 뒤, 융합하여 미래 프레임을 예측하는 모델
- 라벨 정보: 프레임에 존재하는 객체에 대한 정보, 모션 정보: 프레임에서 객체의 움직임에 대한 정보
- 비정상 라벨과 모션 정보로 변환하는 과정에서 어려움이 발생하여, 의미 없는 융합 특징이 생성되고 이는 미래 프레임 예측을 저해하는 구조



02 발명의 설명 파괴자



- 미래 프레임의 영역 중 예측이 잘된 영역은 유지하고, 예측이 부정확한 영역은 파괴하는 모델
- 입력 영상을 여러 패치로 나눈 뒤, 일부 패치에 노이즈를 추가함. 이후 품질이 낮은 패치는 제로 벡터로 변환하고, 품질이 높은 패치는 복원하는 방식으로 자기-지도 학습을 진행함
- 테스트 과정에서 품질이 낮은 비정상 영역이 파괴됨



02 발명의 설명 실험 결과



- FFP 방식과 비교하였을 때, F2LM 생성자와 파괴자를 활용하면 모든 데이터셋에서 성능이 향상됨
- 최첨단 모델들과 비교했을 때, 세 개의 벤치마크에서 최고 또는 차상위 성능을 달성함

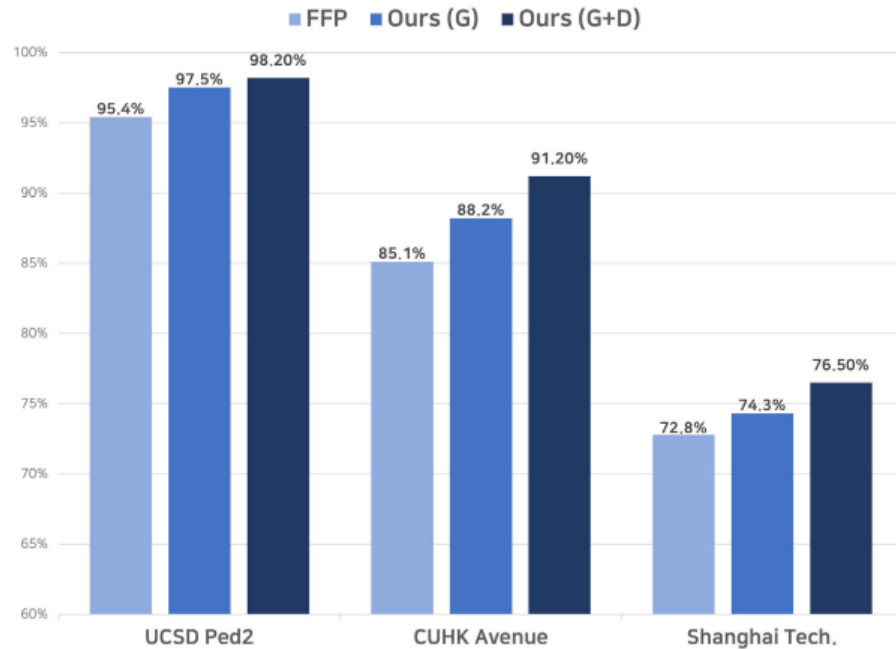


FIGURE 8. AUC comparison with baseline [10]. Abbreviations: FFP: future frame prediction, G: F2LM generator, D: Destroyer.

Year	Method	UCSD Ped2		CUHK Avenue		Shanghai Tech.		Publisher
		AUC	EER	AUC	EER	AUC	EER	
2018	FFP [10]	95.4%	11.7%	85.1%	21.4%	72.8%	33.1%	CVPR
	Wang et al. [38]	96.4%	8.9%	85.3%	23.9%	-	-	MM
2019	MemAE [6]	94.1%	-	83.3%	-	71.2%	-	ICCV
	AMC [8]	96.2%	-	86.9%	-	-	-	ICCV
	AnoPCN [11]	96.8%	-	86.2%	-	73.6%	-	MM
	AnomalyNet [39]	94.9%	10.3%	86.1%	22.0%	-	-	IEEE Transactions
2020	DSTN [40]	95.5%	9.4%	87.9%	20.2%	-	-	IEEE Access
	Siamese [41]	94.0%	14.1%	-	-	-	-	WACV
	GMM-FCN [42]	92.2%	12.6%	83.4%	22.7%	-	-	CVIU
	Tang et al. [43]	96.3%	10.0%	85.1%	-	73.0%	-	Pattern Recognition Letters
	FFP+MS_SSIM+FCN [44]	95.9%	11.1%	85.9%	20.4%	73.5%	32.5%	ICCC
	Dual D-b GAN [45]	95.6%	-	84.9%	-	73.7%	32.2%	IEEE Access
	MNAD-P [5]	97.0%	-	88.5%	-	70.5	-	CVPR
2021	TransAnomaly [12]	96.4%	-	87.0%	-	-	-	IEEE Access
	BR-GAN [21]	97.6%	7.6%	88.6%	19.0%	74.5%	31.6%	IEEE Access
	Multi-scale U-Net [46]	95.7%	12.0%	86.9%	20.2%	73.0%	32.3%	IEEE Access
	HMCF [47]	93.7%	18.8%	83.2%	20.0%	-	-	MobileHCI
	HF2-VAD [17]	99.3%	-	91.1%	-	76.2%	-	ICCV
2022	Zhong et al. [9]	97.7%	-	88.9%	-	70.7%	-	Pattern Recognition
	DLAN-AC [16]	97.6%	-	89.9%	-	74.7%	-	ECCV
	DR-STN [48]	97.6%	6.9%	90.8%	11.0%	-	-	Pattern Recognition Letters
2023	Scene-Aware [49]	-	-	89.6%	21.1%	74.7%	28.6%	MM
	MsMp-net [50]	97.6%	6.6%	89.0%	18.1%	-	-	IEEE Access
	Bi-READ [51]	97.7%	7.9%	86.7%	19.5%	-	-	VCIR
	USTN-DSC [52]	98.1%	-	89.9%	-	73.8%	-	CVPR
	SwinAnomaly [53]	<u>98.2%</u>	-	84.8%	-	<u>76.3%</u>	-	IEEE Access
	Proposed	Ours (w/o Destroyer)	<u>97.5%</u>	7.0%	88.2%	19.1%	74.3%	31.4%
	Ours	<u>98.2%</u>	5.9%	91.2%	<u>15.5%</u>	76.5%	<u>30.0%</u>	

03 발명의 효과 영상 감시



- 비디오 이상 탐지 기술은 영상 감시 분야에 직접적으로 활용될 수 있음
- 영상 감시를 통해 부적절한 행동이 발생하거나 발생할 가능성을 나타낼 수 있는 행동을 탐지할 수 있음
(원격 영상 모니터링, 기물 파손 억제, 직원 안전, 실외 경계 보안 등)
- 국내 AI CCTV와 영상 분석 시스템 시장 규모는 약 1,000억 원 정도로 추산되고 있고, 공공기관, 민간기업 등의 수요 증가가 예상되는 만큼 앞으로의 시장 규모는 더 커질 것으로 예상됨



<https://alchera.ai/technology/visual-ai/behavior-analysis>

<https://m.boannews.com/html/detail.html?idx=89305>

국내 이상탐지 관련 특허			
분야	특허 명	출원인	출원날짜
보안	CCTV 영상 기반 이상 행동 감지 방법 및 이를 위한 장치	한국전자통신 연구원	2020.03.20.
	CCTV 기반의 인공지능을 적용한 시설물 감시 장치	주식회사 트윈리스랩	2022.09.20.
	재난재해지역 객체탐지 시스템	뉴브로드테크놀로지(주)	2023.04.05.
헬스케어	스마트 미러를 기반으로 하는 지능형 헬스케어 시스템 및 방법	주식회사 스위트케이	2021.10.28.
제조업	딥러닝 기반 제조 영상의 이상 탐지 장치 및 방법	삼성전기주식회사	2021.09.27.
	인공지능 기반 고해상도 제품 이미지 상에서의 미세 이상치 탐지 시스템 및 방법	주식회사 리얼타임테크	2021.10.29.

03 발명의 효과 사업성



- 영상 감시는 보안, 안전, 공공서비스 등 다양한 분야에서 핵심적인 역할을 하므로, 높은 정확도와 신뢰성을 보장해야 함. 제안한 모델은 다양한 벤치마크에서 뛰어난 성능을 입증하였으므로, 실제 현장에서의 적용 가능성이 높음
- 양자화 기술과 같은 최신 기술의 발전으로 제안된 모델은 고성능을 유지하면서도 효율적인 계산을 가능하게 하여, 카메라가 장착된 다양한 임베디드 환경에서도 원활하게 작동할 수 있음
- 영상 감시 관련 산업에 실질적인 비용 절감과 효율성 향상을 가져다줄 수 있으며, 현장 종사자들의 업무 부담을 경감시키는 동시에, 보다 정교하고 신뢰할 수 있는 시스템을 제공할 수 있음

Hong, S., Ahn, S., Jo, Y., & Park, S. (2024). Making Anomalies More Anomalous: Video Anomaly Detection Using a Novel Generator and Destroyer. *IEEE Access*.

Thank you