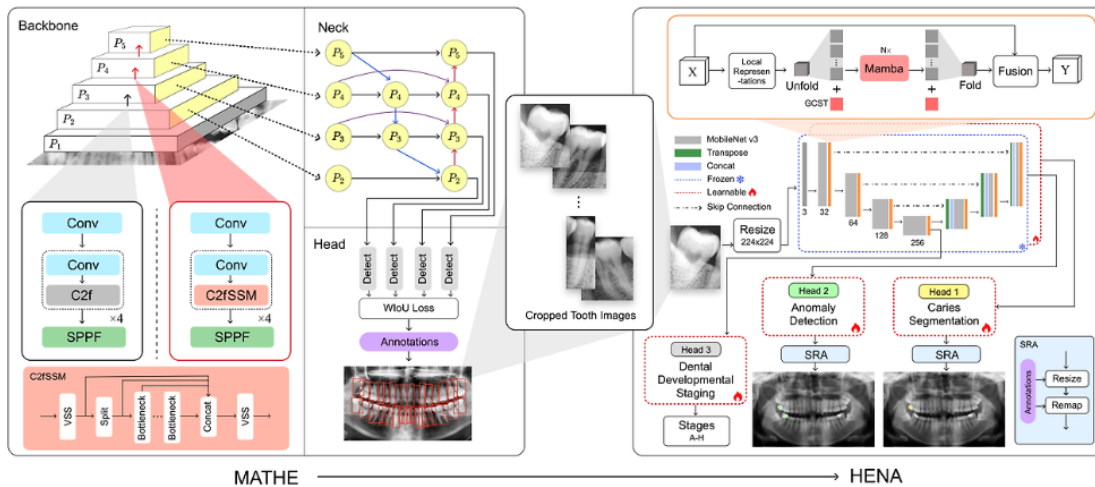


2026 Summer Semester Undergraduate Research Internship Introduction

1. Medical Image AI with Samsung Medical Center and NVIDIA

○ 충치 탐지 모델 개발 및 Prostate Cancer 예측

- 치과 X-ray에서는 AI가 충치의 위치와 심각도를 자동으로 찾아내 치과의사의 진단을 돕고, MRI 영상에서는 암과 관련된 중요한 유전자 상태와 진행 단계를 함께 예측해 더 정확한 진단과 치료 계획 수립을 지원하는 통합 딥러닝 모델



MATHE → HENA

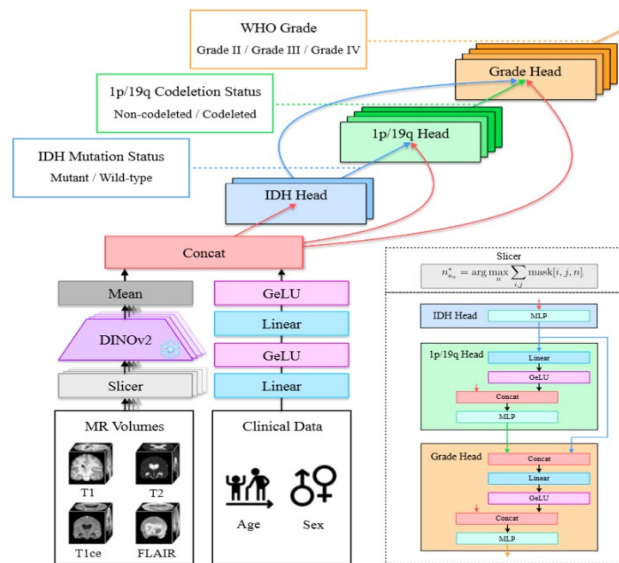


그림 1. 치과 X-ray와 MRI 영상을 AI로 분석해 질병을 자동 탐지하고, 임상정보를 결합해 주요 진단 지표를 단계적으로 예측하는 통합 의료 AI 모델

1. "MATHENA: Mamba-based Architectural Tooth Hierarchical Estimator and Holistic Evaluation Network for Anatomy", arXiv, submitted Apr. 1, 2026.

○ Multi-phase MRI 기반 PNI(신경침습) 예측 딥러닝 모델 개발

- 여러 시점에서 촬영한 MRI 영상을 AI가 함께 분석해 암세포가 신경을 따라 퍼졌는지(PNI)를 수술 전에 미리 예측하고, 이를 통해 환자의 치료 방법과 예후 판단에 도움을 주는 딥러닝 모델

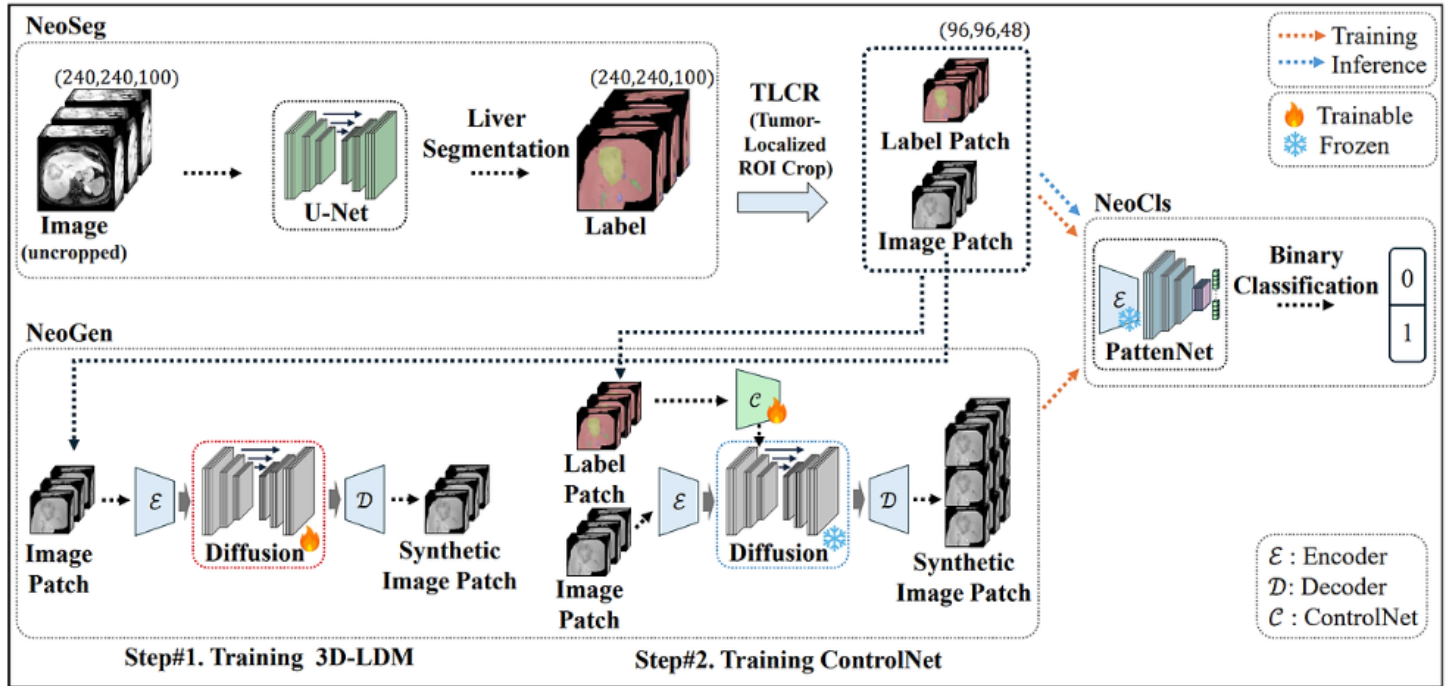
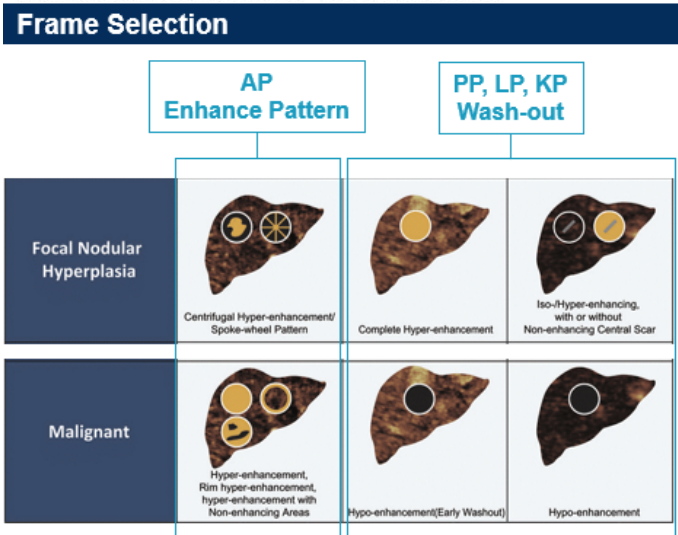
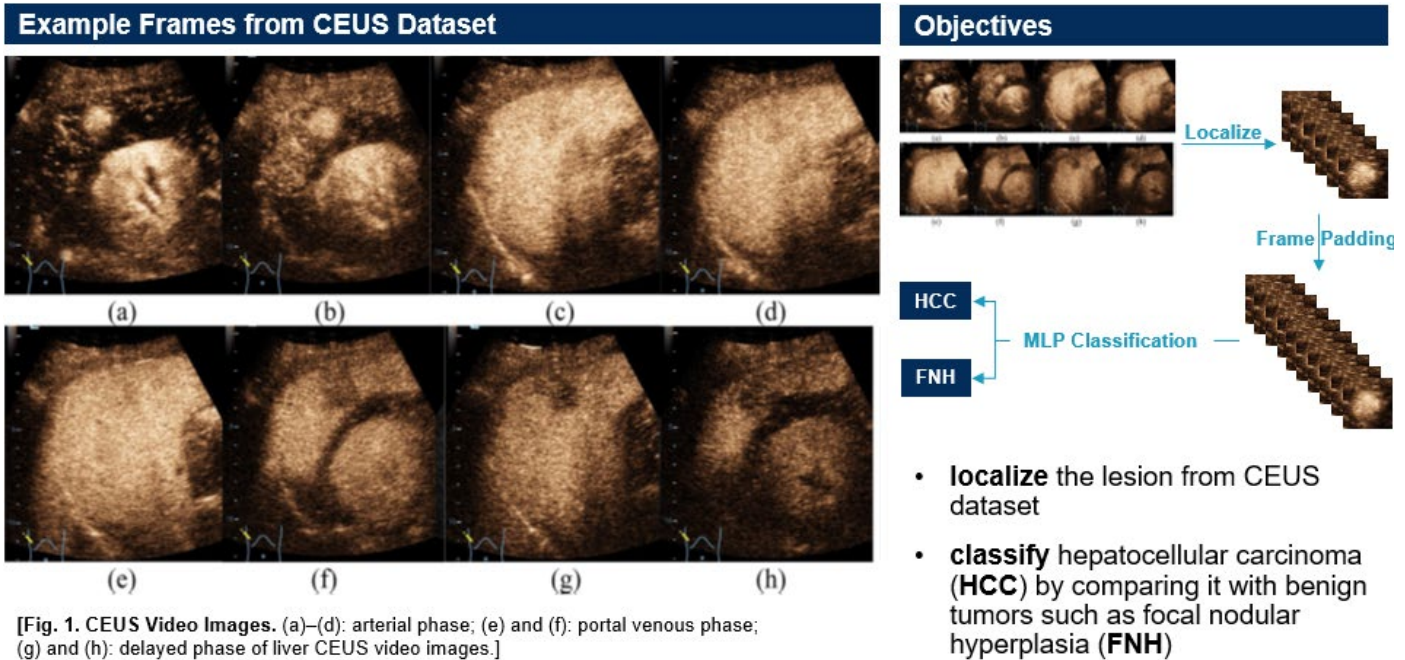


그림 2. MRI 영상에서 간과 종양 부위를 자동으로 찾고, 이를 바탕으로 가짜(합성) 데이터를 생성해 학습한 뒤 암 여부를 정확히 분류하는 AI 모델

1. "NeoNet: An End-to-End 3D MRI-Based Deep Learning Framework for Non-Invasive Prediction of Perineural Invasion via Generation-Driven Classification," in Proc. W3PHIAI-26 Workshop, 40th AAAI Conf. Artificial Intelligence (AAAI), 2026.
2. "FOSCU: Feasibility of synthetic MRI generation via duo-diffusion models for enhancement of 3D U-Nets in hepatic segmentation," in Proc. 2025 IEEE Asia Pacific Conf. Circuits Syst. (APCCAS), Oct. 2025.

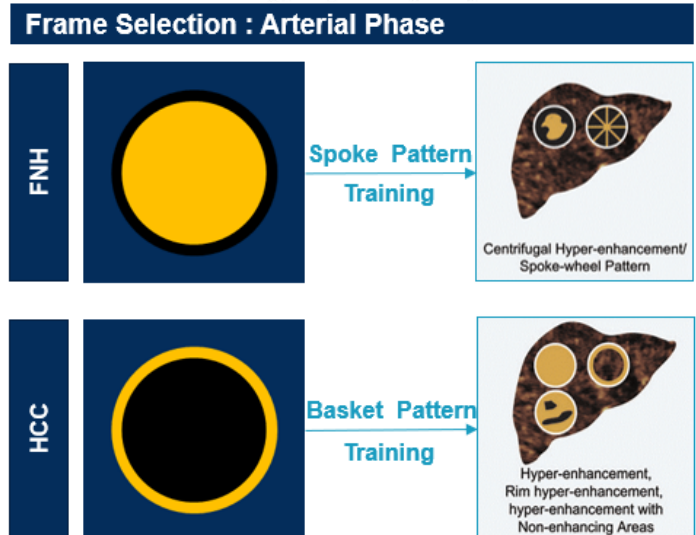
○ Contrast-Enhanced Ultrasound (CEUS) 기반 간 병변 자동 분류 및 위치 추정 모델 연구

- 위상별 조영 증강 패턴을 활용하여 CEUS 영상에서 간암(HCC)과 양성 종양(FNH)을 구분하고 병변을 정확히 위치추정하는 딥러닝 모델 개발



[Fig. 7. Key Frame Selection Strategy for Each Phase.]

- **AP** : Select frames with prominent enhancement changes
 - Used to learn **basket** or **spoke-wheel** patterns
- **PP, LP, KP** : Select frames showing clear **wash-out**



[Fig. 8. Key Frame Selection Strategy for Arterial Phase.]

- Separately train: inner, boundary, and external regions
 - Training **basket & spoke-wheel** patterns

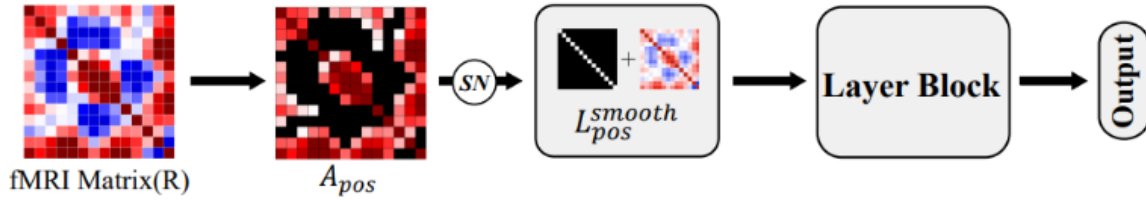
그림 3. CEUS 데이터셋의 예시 프레임과 병변의 특징적 조영 패턴(e.g., basket and spoke-wheel)을 활용한 FNH와 HCC 분류를 위한 프레임 선택 전략

1. Deep Learning Classification of Focal Liver Lesions with Contrast-Enhanced Ultrasound from Arterial Phase Recordings,” in *Proc. IEEE Int. Conf. Electronics, Information, and Communication (ICEIC)*, 2023

○ fMRI 기반 아동 발달장애(ADHD·ASD) 조기 진단 모델

- 아이의 fMRI 뇌 영상에서 각 뇌 영역이 서로 얼마나 함께 활성화되는지를 AI가 분석해, 정상 아동과 ADHD·ASD 아동의 차이를 구분하여 조기에 진단하는 딥러닝 모델

(Conventional GCN)



(Ours)

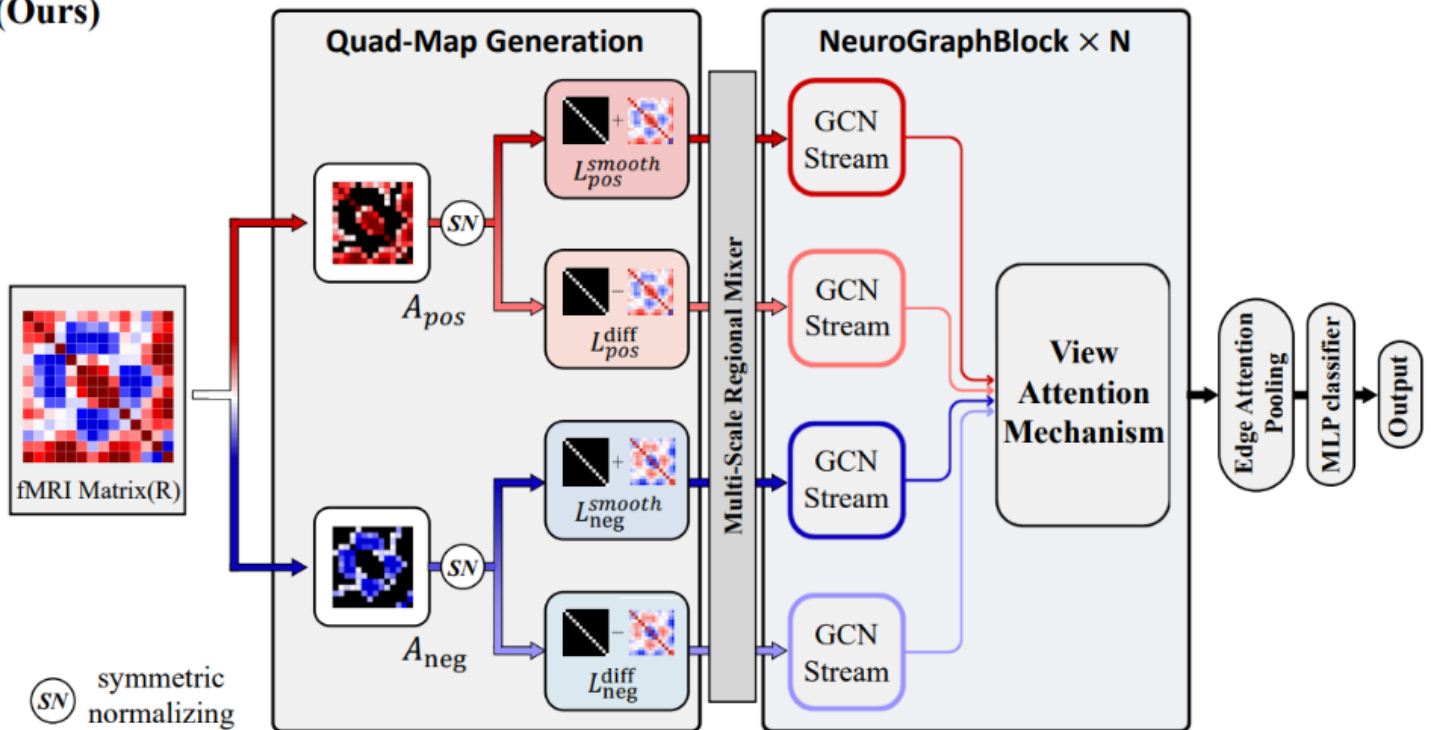


그림 4. fMRI로 얻은 뇌 영역 간 연결 관계를 하나의 네트워크처럼 표현한 뒤, 기존 방법은 이를 단순하게 한 번만 분석하는 반면, 제안 방법은 여러 관점(연결 강한/약한, 변화 패턴 등)으로 나누어 동시에 분석하고 중요한 정보에 더 집중하는 AI 구조를 통해 뇌 기능 차이를 더 정밀하게 파악하여 최종적으로 질환 여부를 예측하는 모델.

1. LUMINA: Laplacian-Unifying Mechanism for Interpretable Neurodevelopmental Analysis via Quad-Stream GCN, arXiv, Mar. 5, 2026.

○ GNN 기반 의료 판독문 모델

- 의료 영상을 단순히 보는 것이 아니라 영상 속 병변·장기·특징들을 서로 연결된 "그래프 구조"로 표현한 뒤, AI(GNN)가 이 관계를 이해해 영상에 맞는 정확하고 구조화된 판독문을 자동으로 생성하거나 분석하는 모델.

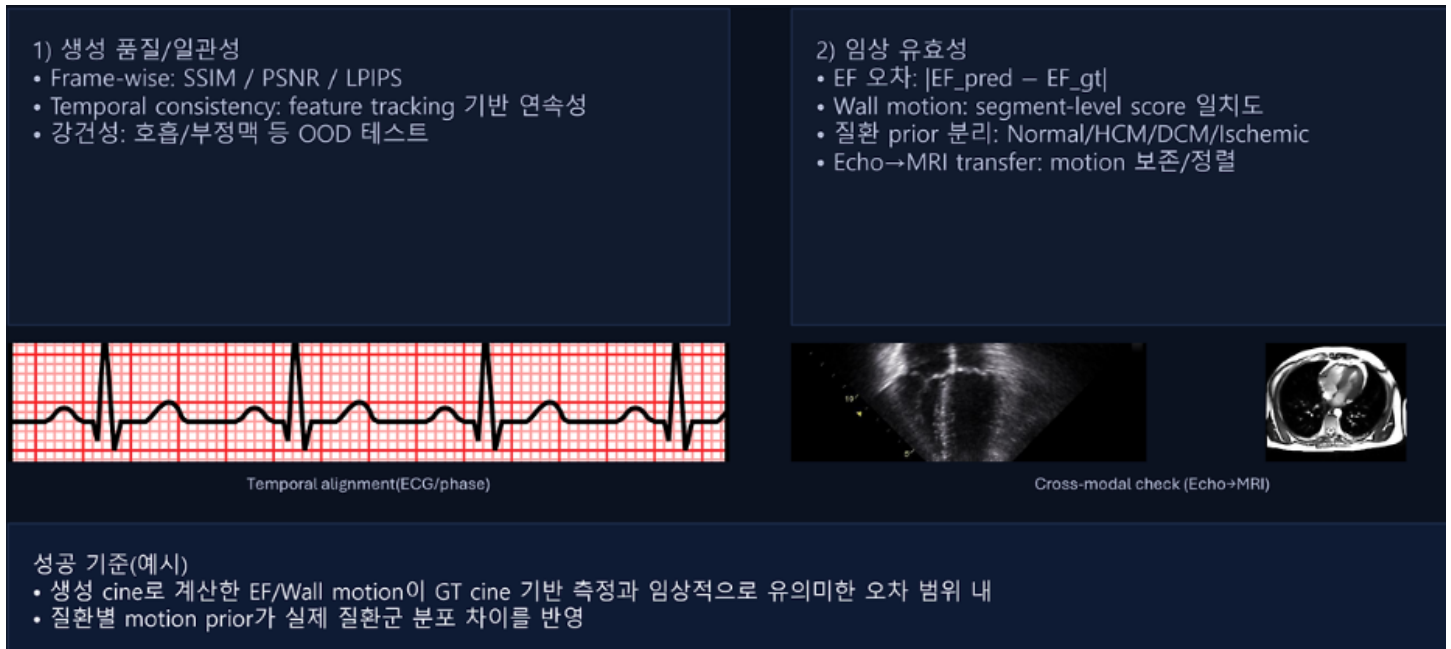


그림 5. AI가 생성한 심장 영상이 실제와 얼마나 비슷한지(영상 품질, 시간 흐름의 자연스러움, 다양한 상황에서도 잘 작동하는지)와, 임상적으로도 의미 있는지(EF 오차, 심장벽 움직임, 질환별 특징 반영, 서로 다른 영상 간 일관성)를 함께 평가하여, 실제 의료 현장에서 신뢰할 수 있는지를 확인하는 기준을 보여주는 그림

○ 간 TNM Staging 모델

- 간 CT/MRI 영상을 AI가 분석해 종양의 크기와 범위(T), 림프절 전이 여부(N), 다른 장기로의 전이(M)를 종합적으로 판단하여 간암의 진행 단계를 자동으로 분류해 주는 모델로, 의료진의 진단을 빠르고 정확하게 도와주는 시스템

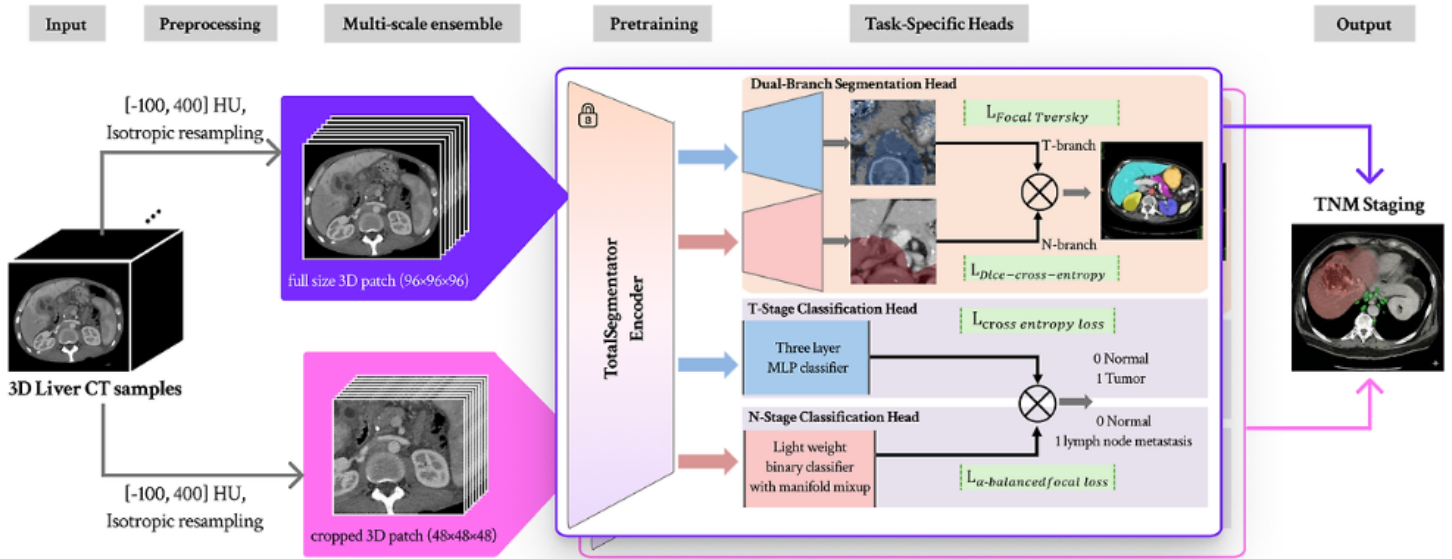


그림 6. 간 CT 영상을 입력으로 받아 크기와 해상도를 맞춰 여러 방식으로 나눈 뒤, AI가 간과 종양을 자동으로 찾고(T), 림프절 전이 여부(N) 등을 단계적으로 판단하여 최종적으로 간암의 진행 단계(TNM)를 예측하는 전체 분석 과정을 보여주는 모델

2. Advanced Hardware Architecture with NVIDIA for Efficient ASR and Multimodal LLM Systems

○ AI-based 강건한 아날로그 회로 설계

- **AI를 활용한 회로 최적화 탐색:** 사람의 직관에 의존하던 트랜지스터 사이징 작업을 AI 최적화. AI가 스스로 다양한 설계를 시도하고, 목표 스펙(Target Spec) 달성을 위해 학습해 나가는 과정을 연구.
- **현실을 반영한 강건한(Robust) 회로 설계:** 실제 반도체 공정에서는 반드시 오차가 발생 (공정 변동성 및 Local Variation). 이러한 환경에서도 회로가 안정적으로 동작할 수 있도록, AI가 다양한 변수를 고려하여 최적의 설계점을 찾는 방법론을 개발.

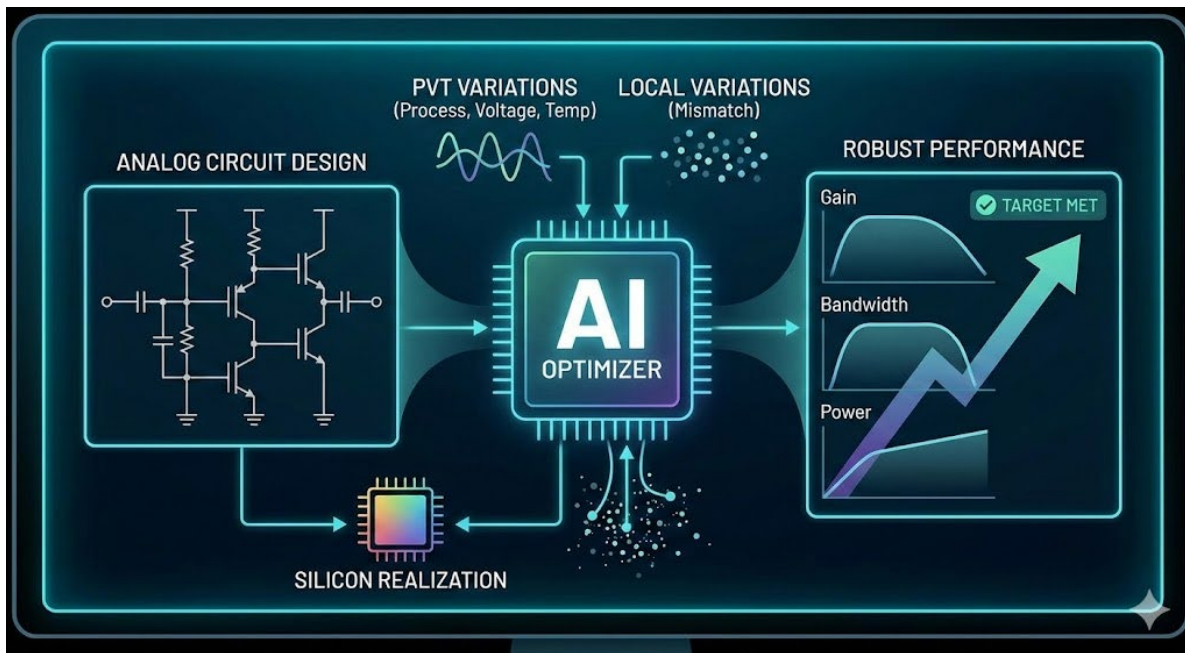


그림 7. 아날로그 회로 설계에서 사람의 직관에 의존하던 트랜지스터 사이징을 자동화하고, 공정(P), 전압(V), 온도(T) 변동 및 Local Variation을 포함한 실제 제조 환경의 불확실성을 고려하여 목표 스펙(Gain, Bandwidth, Power)을 만족하는 강건한 설계점을 탐색·학습하는 과정을 시각화한 AI Optimizer의 개념도

1. Settaluri, Keertana, et al. "Autockt: Deep reinforcement learning of analog circuit designs." arXiv preprint arXiv:2001.01808 (2020).
2. Cao, Weidong, et al. "Rose-opt: Robust and efficient analog circuit parameter optimization with knowledge-infused reinforcement learning." IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems (2024).
3. Kim, Seunggeun, et al. "Ppaas: Pvt and pareto aware analog sizing via goal-conditioned reinforcement learning." arXiv preprint arXiv:2507.17003 (2025).

○ UFACTORY xARM 기반 로봇 제어 및 VLA 연동 지능형 임베디드 AI 연구

- UFACTORY xARM 로봇을 활용해 최신 로봇 플랫폼과 직접 교류하며 로봇 제어, VLA(Visual-Language-Action) 기반 지능형 동작 학습, 임베디드 AI 응용 서비스를 구현·실험하는 실제적 연구 경험을 쌓는 것을 목표로 함

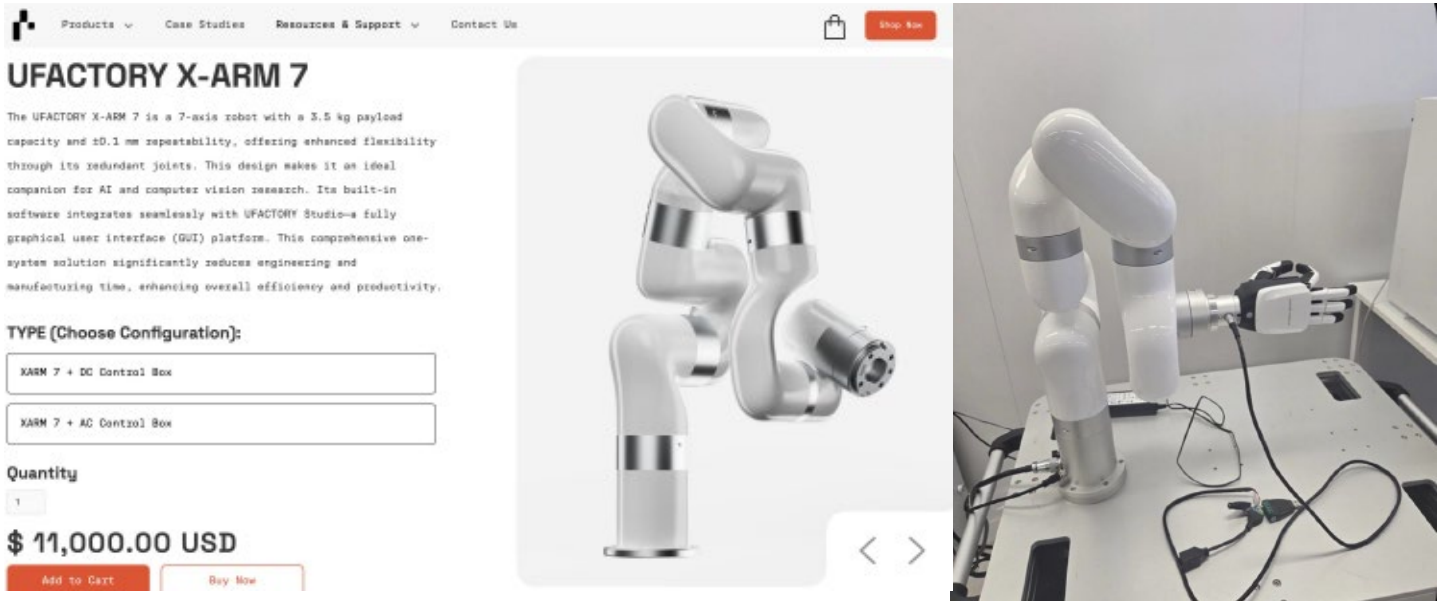


그림 8. UFACTORY xARM

○ 도메인 특화 LLM을 위한 Mixture of Experts(MoE) 최적화 연구

- 실제 추론 시 활성화되는 expert 수가 적다는 특성을 활용하여 선택된 experts만 동적으로 메모리에 할당하고 예측하는 구조로 모델을 경량화하여, edge device에서도 효율적인 고성능 LLM-MoE 추론이 가능하도록 하는 것을 목표로 하는 연구

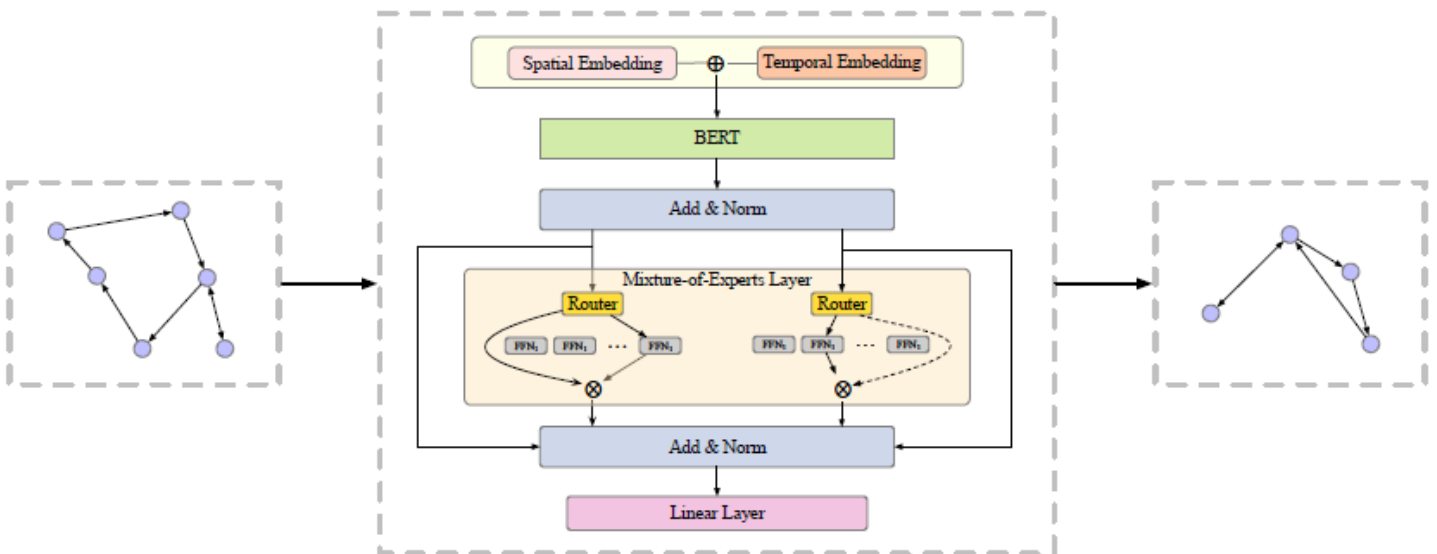


그림 9. BERT에 8개의 experts를 추가하고 FFN에만 MoE를 적용하여, 선택된 experts만 연산하는 방식

○ Router 개선 수식을 활용한 MoE 성능 향상

- 여러 개의 전문가 모델 중에서 입력마다 가장 적절한 전문가를 골라주는 '라우터'의 선택 방식을 수식적으로 개선해, 불필요한 계산은 줄이면서도 더 정확한 결과를 내도록 만들어 대규모 언어-비전 모델의 성능과 효율을 동시에 높이는 연구

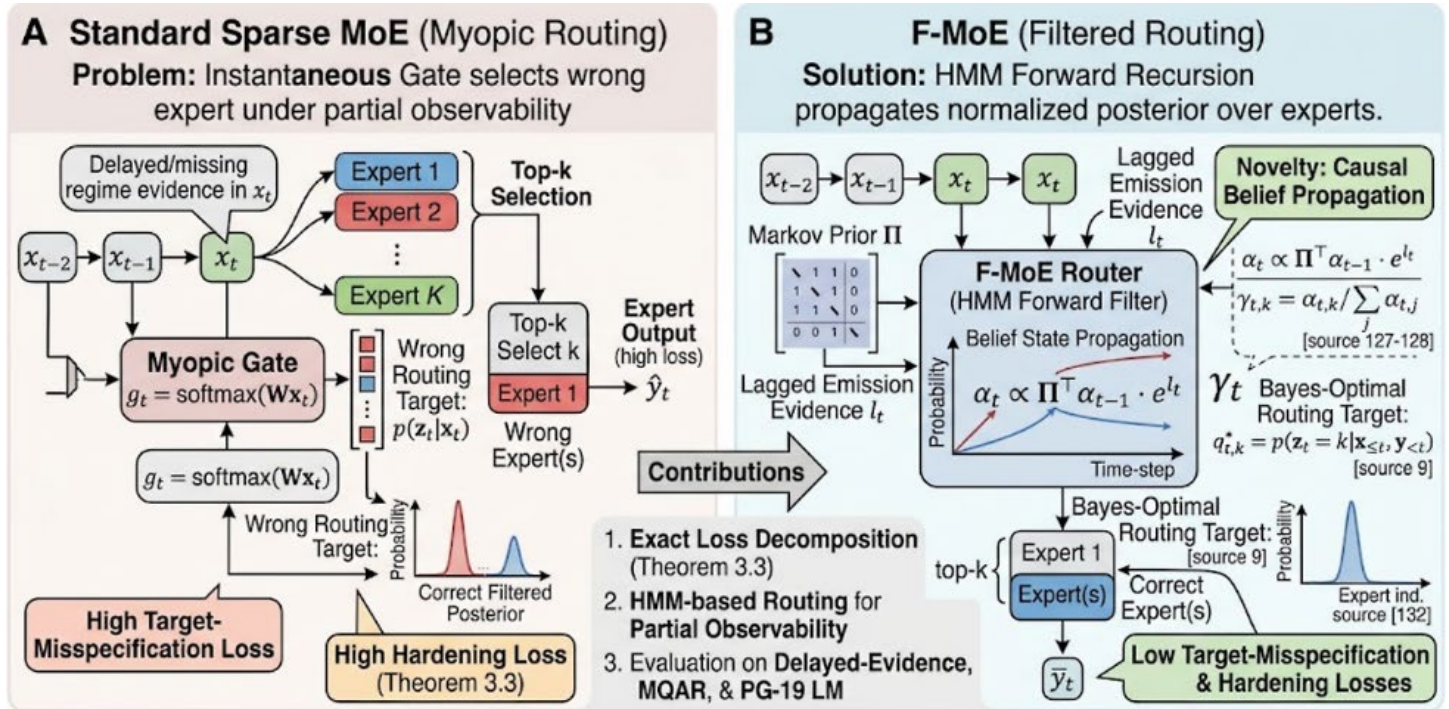


그림 10. 기존 MoE는 순간적인 정보만 보고 전문가를 선택해 잘못된 전문가를 고르는 문제가 있는 반면, 제안 방법은 이전 정보까지 함께 고려해 더 신뢰도 높은 전문가를 선택함으로써 오류를 줄이고 모델 성능을 향상시키는 구조.

○ 확산 모델 학습을 위한 하드웨어 가속기 시뮬레이션 프레임워크 개발

- 수치 표현 체계가 확산 모델 성능에 미치는 영향 분석: Posit 등 비교적 다뤄지지 않은 새로운 수치 표현 방식에 따른 확산 모델 학습 정확도, 수렴 특성, 안정성 등을 정량적으로 비교·분석하고, 모델 구조 및 학습 설정에 따른 상호작용까지 포함하여 체계적으로 탐구.
- 런타임 정확도 조절형 근사 곱셈기가 확산 모델 학습 성능에 미치는 영향 분석: 실제 확산 모델 학습용 하드웨어 가속기를 구현하기에 앞서, 런타임에서 정확도 조절이 가능한 근사 곱셈기가 학습 정확도, 수렴 특성, 안정성, 지연 시간 등에 미치는 영향을 시뮬레이션 프레임워크 개발을 통해 사전에 평가.

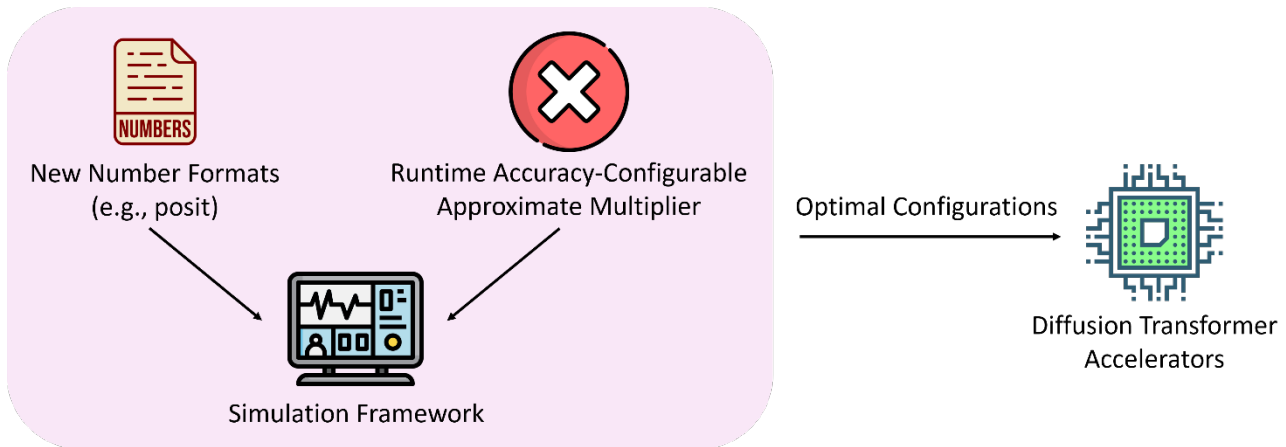


그림 11. 확산 모델 학습을 위한 하드웨어 가속기 시뮬레이션 프레임워크를 구축하고, 시뮬레이션을 통해 학습 정확도, 수렴 특성, 안정성, 지연 시간 등을 종합적으로 반영한 최적의 하드웨어 구성을 결정.

1. "ApproxTrain: Fast Simulation of Approximate Multipliers for DNN Training and Inference," *IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems*, vol. 42, no. 11, Nov. 2023.
2. "Beating Floating Point at its Own Game: Posit Arithmetic," *Supercomputing Frontiers and Innovations*, vol. 4, no. 2, 2017.
3. "Area-Efficient Iterative Logarithmic Approximate Multipliers for IEEE 754 and Posit Numbers," *IEEE Transactions on Very Large Scale Integration Systems*, vol. 32, no. 3, pp. 455-467, Mar. 2024.

○ 동형암호 기반 은닉 메시지 검색을 위한 하드웨어 가속기 설계

- **동형암호 기본 연산 가속기 설계:** 동형암호의 기본 연산 (동형 덧셈, 동형 곱셈 등) 알고리즘을 분석하여 병렬화 가능 수준을 파악하고, Hardware Description Language 또는 High-Level Synthesis를 활용해 기본 연산 하드웨어 가속기를 설계 및 구현함.
- **은닉 메시지 검색 알고리즘 가속:** 구현된 동형암호 기본 연산 가속기를 기반으로 은닉 메시지 검색 알고리즘을 가속. 이때, 다수의 기본 연산 가속기를 FPGA에 어떻게 배치하는 것이 최적의 성능을 보이는지 파악하여 최종 하드웨어 구조를 도출함

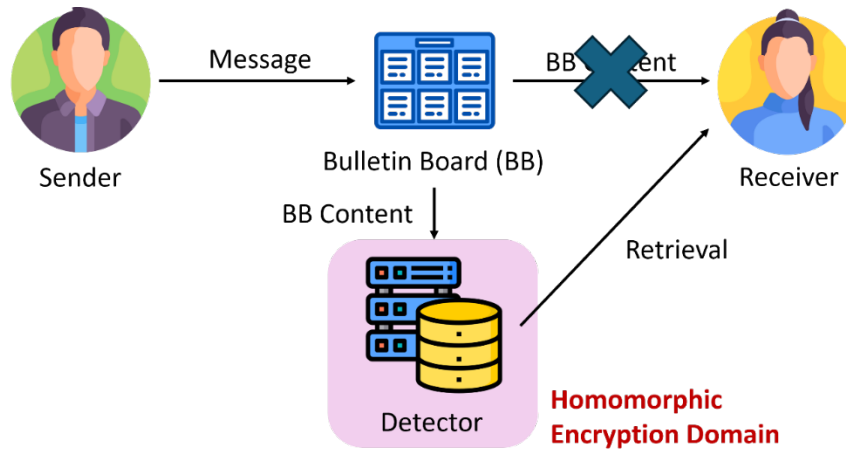


그림 12. 동형암호 기반 은닉 메시지 검색 알고리즘. 발신자와 수신자 간의 메타데이터를 보호하기 위해 공용 게시판을 활용. 그러나 이 방식은 수신자가 게시판의 전체 데이터를 다운로드한 뒤 직접 메시지를 검색해야 하는 부담이 있음. 이러한 서비스 측면의 비효율을 개선하기 위해 제3의 탐지기를 도입. 이때 정보가 탐지기에 노출되지 않도록, 모든 연산은 동형암호 도메인에서 수행함. 다만, 동형암호 연산은 수행 시간이 길다는 문제가 존재하므로 하드웨어 가속이 필요함

1. "Oblivious Message Retrieval," in *Proc. CRYPTO*, 2022.
2. "Leveraging FPGAs for Homomorphic Matrix-Vector Multiplication in Oblivious Message Retrieval," in *Proc. Asilomar*, 2025.

3. AI with NVIDIA: Multimodal & Efficient Computing

○ LLM 기반 ASR 오류 보정 및 수식 음성-텍스트-이미지 변환 모델 연구

- 수학 콘텐츠의 가독성과 접근성 향상을 위해, 음성으로 표현된 수식(Spoken Text)을 사람이 읽고 이해 가능한 Compiled Formula(렌더링된 수식)로 바꾸거나, 수식 이미지를 음성으로 읽어주는 양방향 수식 변환 모델 연구

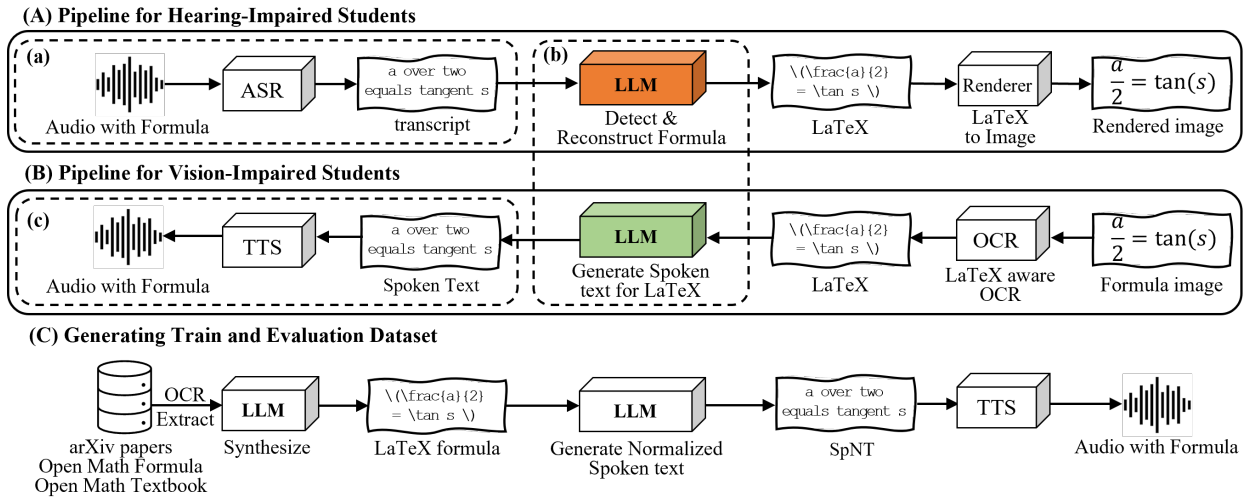


그림 13. ASR, LLM, TTS, OCR 기술을 통합하여 AI 기반 음성 및 이미지 기반 수식 변환 파이프라인.

1. "TeXBLEU: Automatic Metric for Evaluate LaTeX Format," in *Proc. IEEE Int. Conf. Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP)*, 2025.
2. "MathReader: Text-to-Speech for Mathematical Documents," in *Proc. IEEE Int. Conf. Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP)*, 2025.
3. "Enhancing ASR and TTS Models with LLM for Accessible Mathematical Learning in Students with Disabilities," in NVIDIA GTC 2025.
4. "MathSpeech: Leveraging LLMs to generate Equations from Mathematical Speech," in *Proc. 39th AAAI Conf. Artificial Intelligence (AAAI)*, 2025.

○ NASA 화성 SHARAD 데이터 기반 Denoising & Super-Resolution

- NASA의 화성 탐사 레이더(SHARAD) 데이터는 잡음이 많고 해상도가 낮아 지형과 내부 구조를 자세히 보기 어려운데, 이를 AI가 분석해 불필요한 노이즈를 줄이고 더 선명한 고해상도 영상으로 복원하여 화성의 표면과 지하 구조를 더 정확하게 연구할 수 있도록 돕는 과제

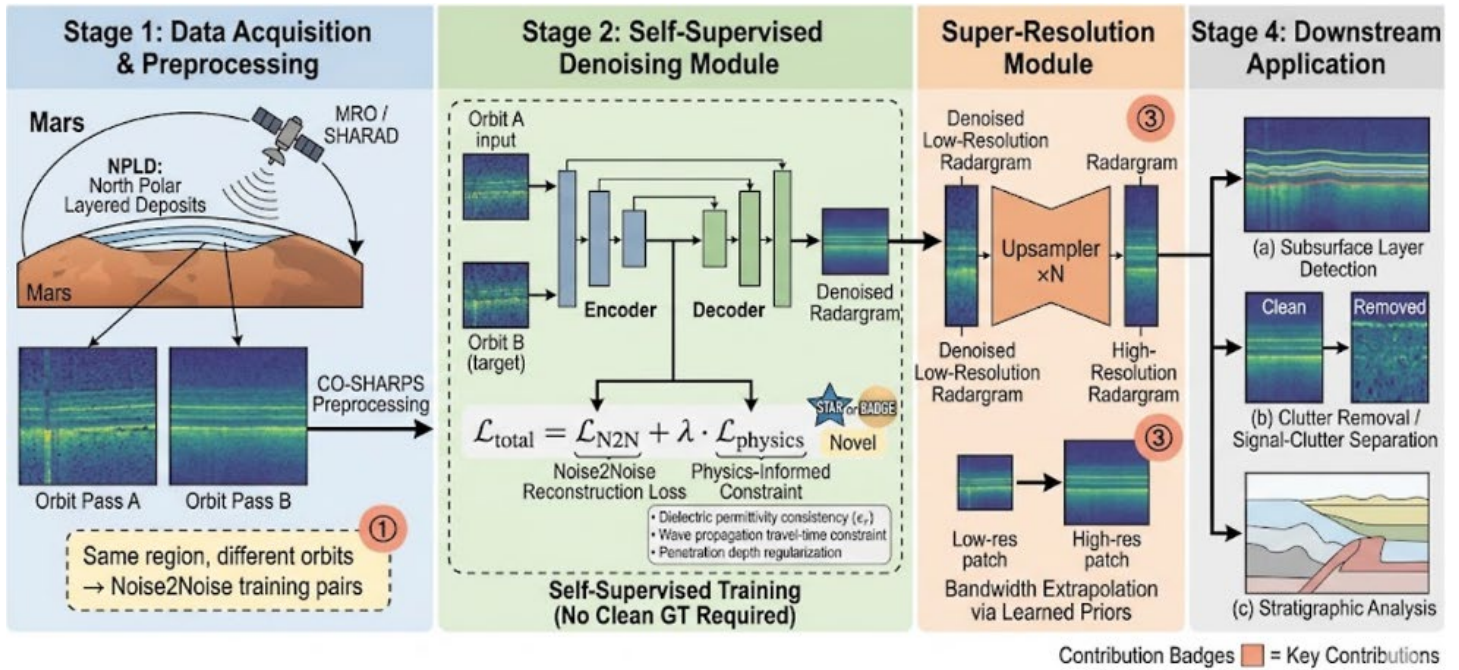


그림 14. 화성 탐사 레이더 데이터에서 같은 지역을 여러 번 찍은 신호를 활용해 정답 데이터 없이도 AI가 스스로 노이즈를 제거하는 방법을 학습하고, 이후 해상도를 높여 더 선명한 지하 구조 영상을 만든 뒤, 이를 통해 지층 구조 분석이나 잡음 제거 등 실제 과학 연구에 활용하는 전체 과정

○ FPGA·양자컴퓨팅을 결합한 하이브리드 컴퓨팅 아키텍처 설계

- 양자 알고리즘의 연산 일부를 FPGA에 오프로드하여, 양자-고전 하이브리드 컴퓨팅 아키텍처를 설계하고 성능과 리소스 효율성을 검증하는 연구.
- ✓ Qiskit 기반 양자 회로 설계와 Verilog 기반 FPGA 구현을 통해 트레이드오프 분석 수행

```
[13] # take the measurement
circuit.measure([0, 1], [0, 1])

# visual representation
circuit.draw()
```

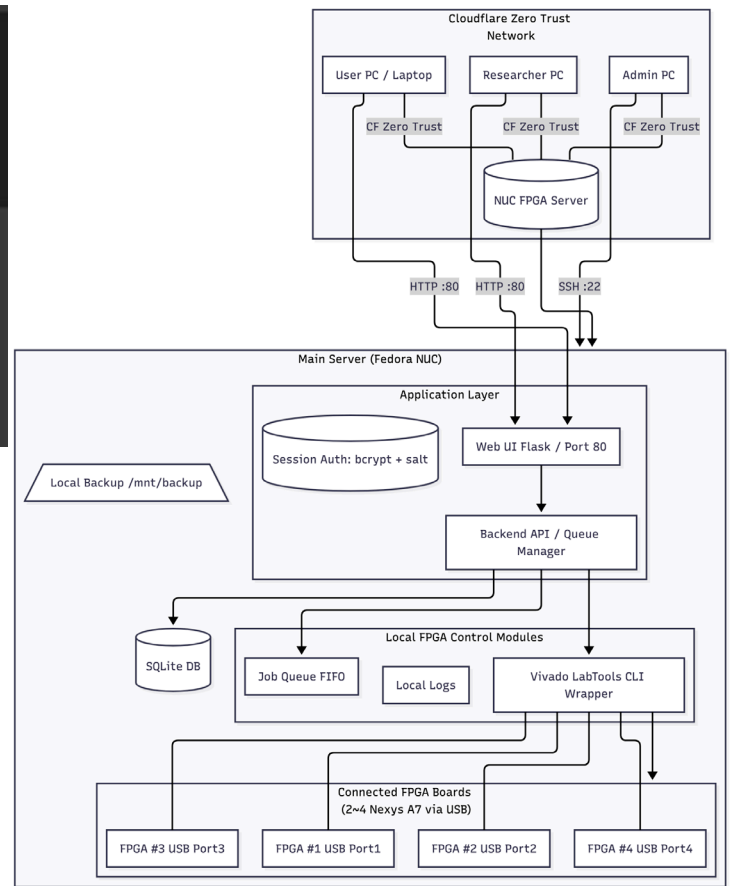
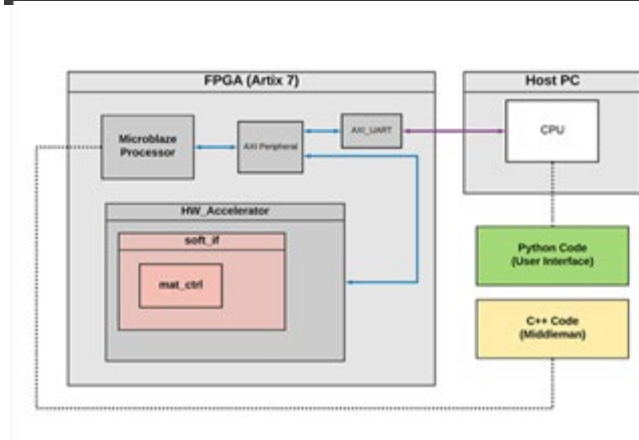


그림 15. 양자 회로 설계 및 하이브리드 컴퓨팅 시스템 아키텍처

1. “FPGA-based implementation of a controlled phase-rotation computational accelerator for quantum Fourier transforms,” in *Proc. 2025 IEEE Int. Conf. Consumer Electronics - Taiwan (ICCE-TW)*, 2025.

○ USB 기반 3D 프린터 모듈 시스템 개발

- USB 기반 3D 프린터 모듈 시스템 개발을 통해 3D 프린터의 확장성과 생태계를 구축

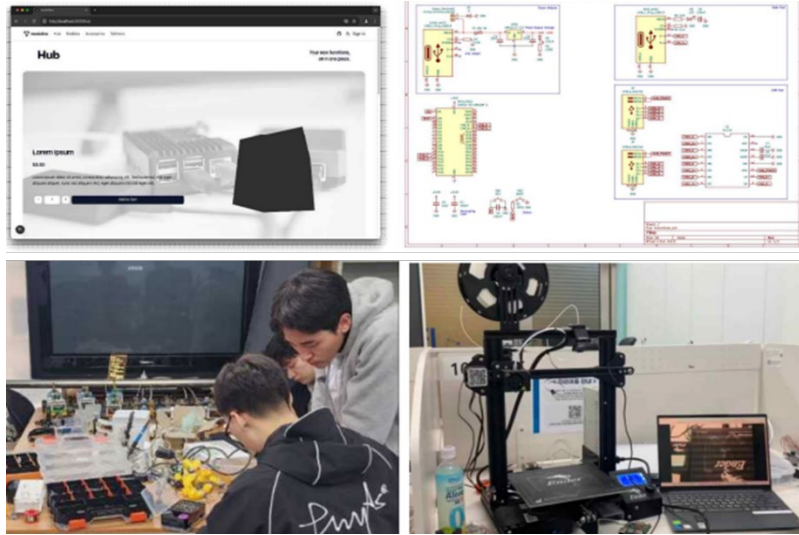


그림 16. USB 기반 3D 프린터 모듈 시스템 개념도, 회로 설계도, 개발 현장 및 시제품 출력 사진

1. “Illumination-Adaptive Part Detection for Automated FDM 3D Printing Dataset Collection,” in Proc. IEEE ICCE-TW, 2026 (accepted).
2. “Automated Korean-English Bilingual Highlighted Text Extraction Using HSV Segmentation,” in Proc. IEEE Int. Conf. Electronics, Information, and Communication (ICEIC), 2026.