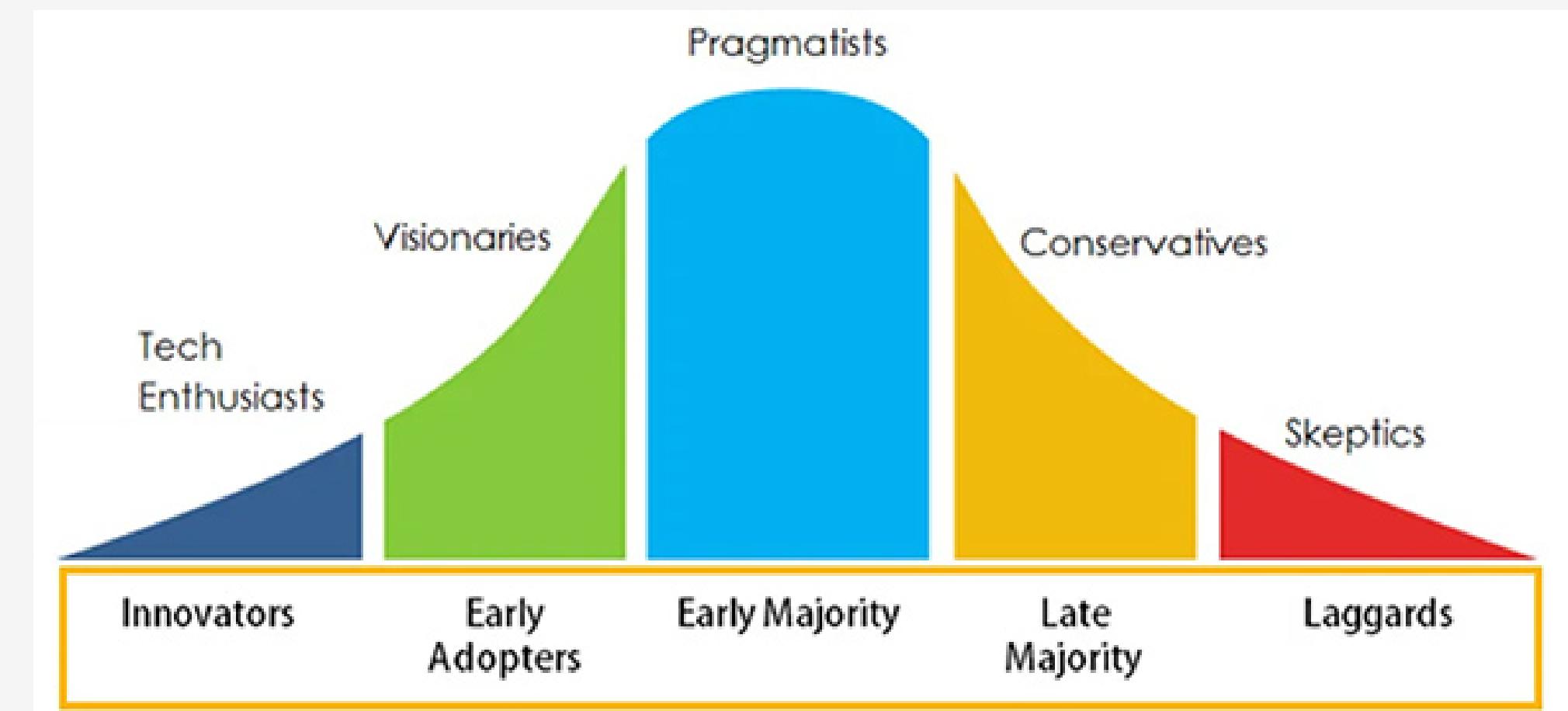


# ADAPTIVE DIFFUSION PRIORS FOR ACCELERATED MRI RECONSTRUCTION

---

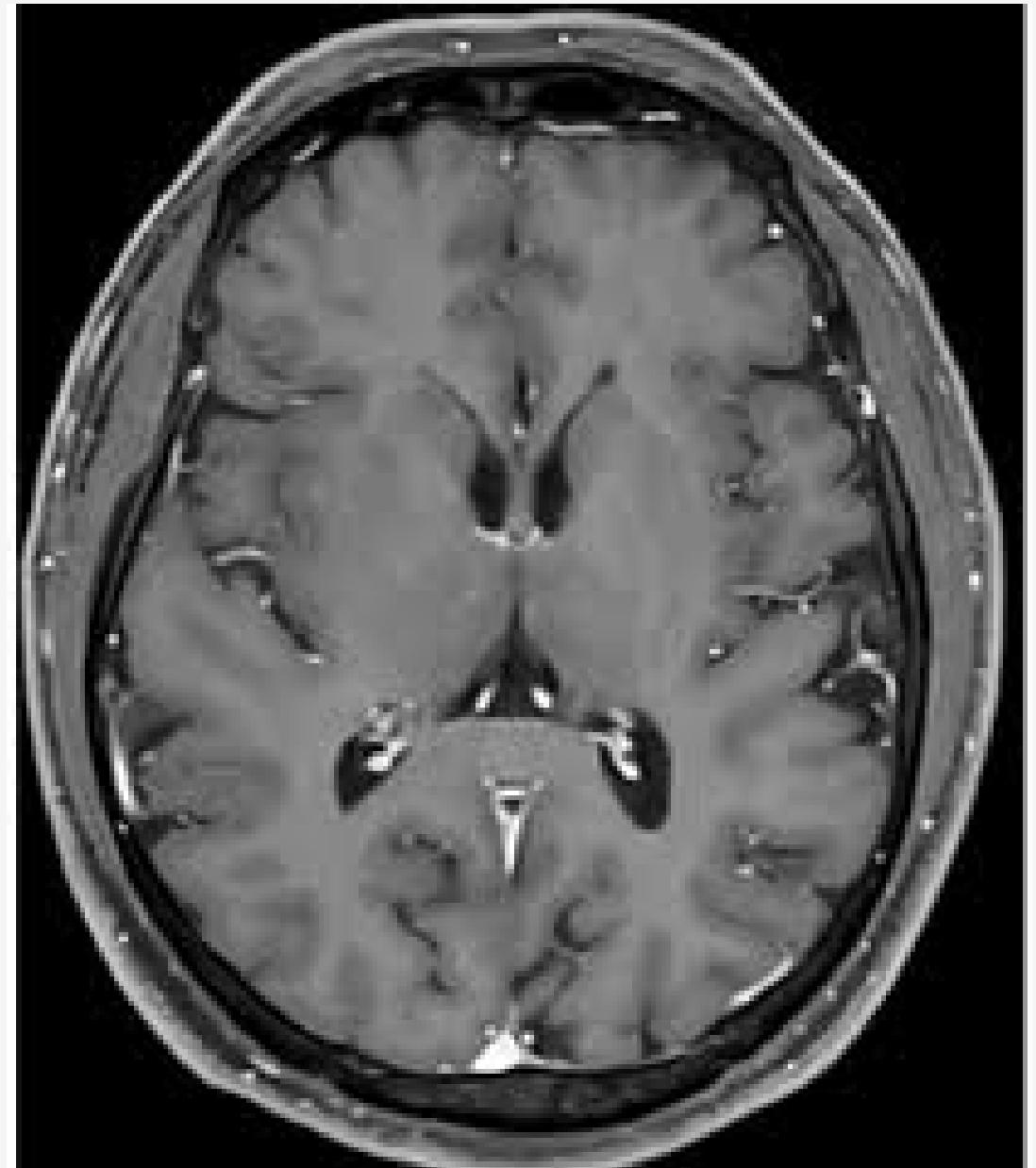


## I. Giới thiệu và lựa chọn bài báo

# TIÊU ĐỀ

**Tiếng Anh:** Adaptive Diffusion Priors for Accelerated MRI Reconstruction

**Tiếng Việt:** Các Tiên nghiệm Khuếch tán Thích ứng để Tái tạo MRI Tăng tốc



## I. Giới thiệu và lựa chọn bài báo

# NHÓM TÁC GIẢ

Alper Güngör, Salman UH Dar, Şaban  
Öztürk, Yılmaz Korkmaz, Hasan A Bedel,  
Gokberk Elmas, Muzaffer Ozbey, Tolga  
Çukur

Khoa Kỹ thuật Điện và Điện tử, Đại học  
Bilkent, Ankara 06800, Thổ Nhĩ Kỳ.



# I. Giới thiệu và lựa chọn bài báo

## TẠP CHÍ CÔNG BỐ

Medical Image Analysis

Ngày 17 tháng 9 năm 2023



## II. Mục tiêu, bài toán và động cơ nghiên cứu

### 1. MỤC TIÊU

#### 1.1. Mục tiêu cốt lõi

Cải thiện hiệu suất và độ tin cậy trước các thay đổi của điều kiện chụp.



## II. Mục tiêu, bài toán và động cơ nghiên cứu

### 1. MỤC TIÊU

#### 1.2. Mục tiêu kỹ thuật

- Tăng tốc độ lấy mẫu ảnh.
- Khắc phục hạn chế của “Tiên nghiệm tĩnh”.

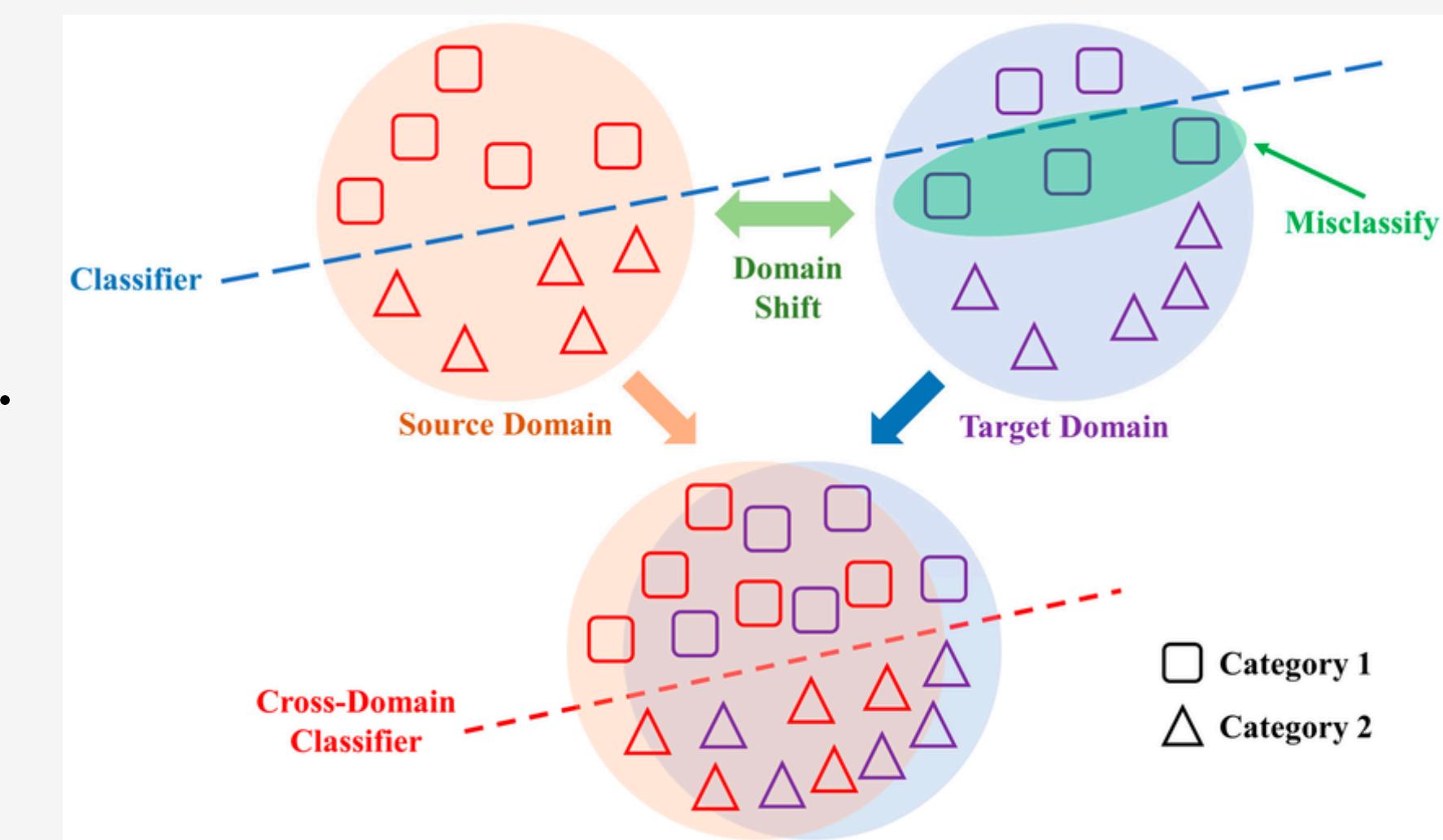


## II. Mục tiêu, bài toán và động cơ nghiên cứu

# 2. BÀI TOÁN

## 2.1. Bài toán cốt lõi

Sự kém hiệu quả khi thay đổi miền.  
(Domain Shifts)

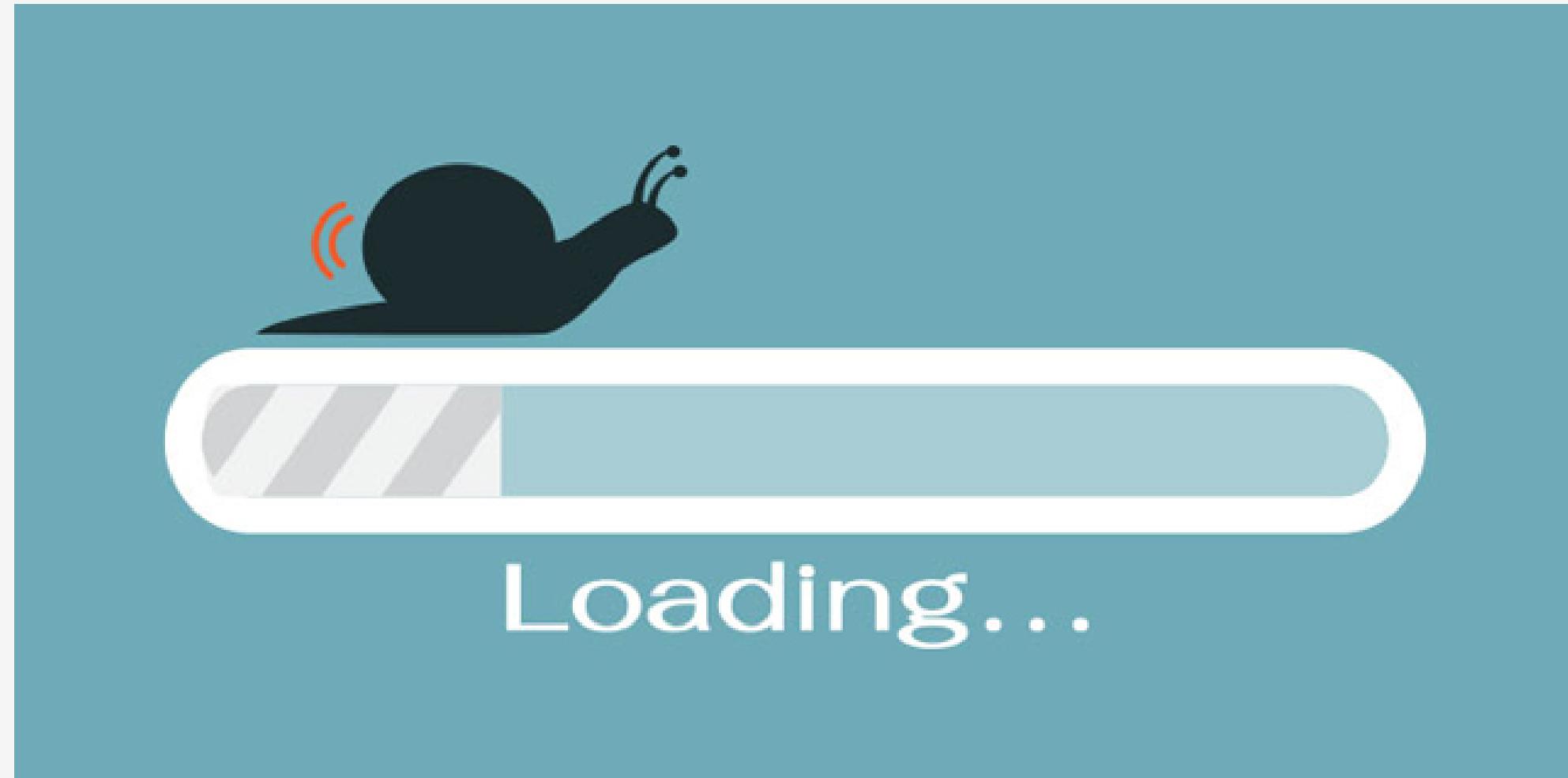


## II. Mục tiêu, bài toán và động cơ nghiên cứu

### 2. BÀI TOÁN

#### 2.1. Bài toán kỹ thuật

- Các “Tiên nghiệm tĩnh” (Static Priors) hoạt động dưới mức tối ưu.
- Tốc độ lấy mẫu chậm của mô hình khuếch tán.



## **II. Mục tiêu, bài toán và động cơ nghiên cứu**

### **3. ĐỘNG CƠ**

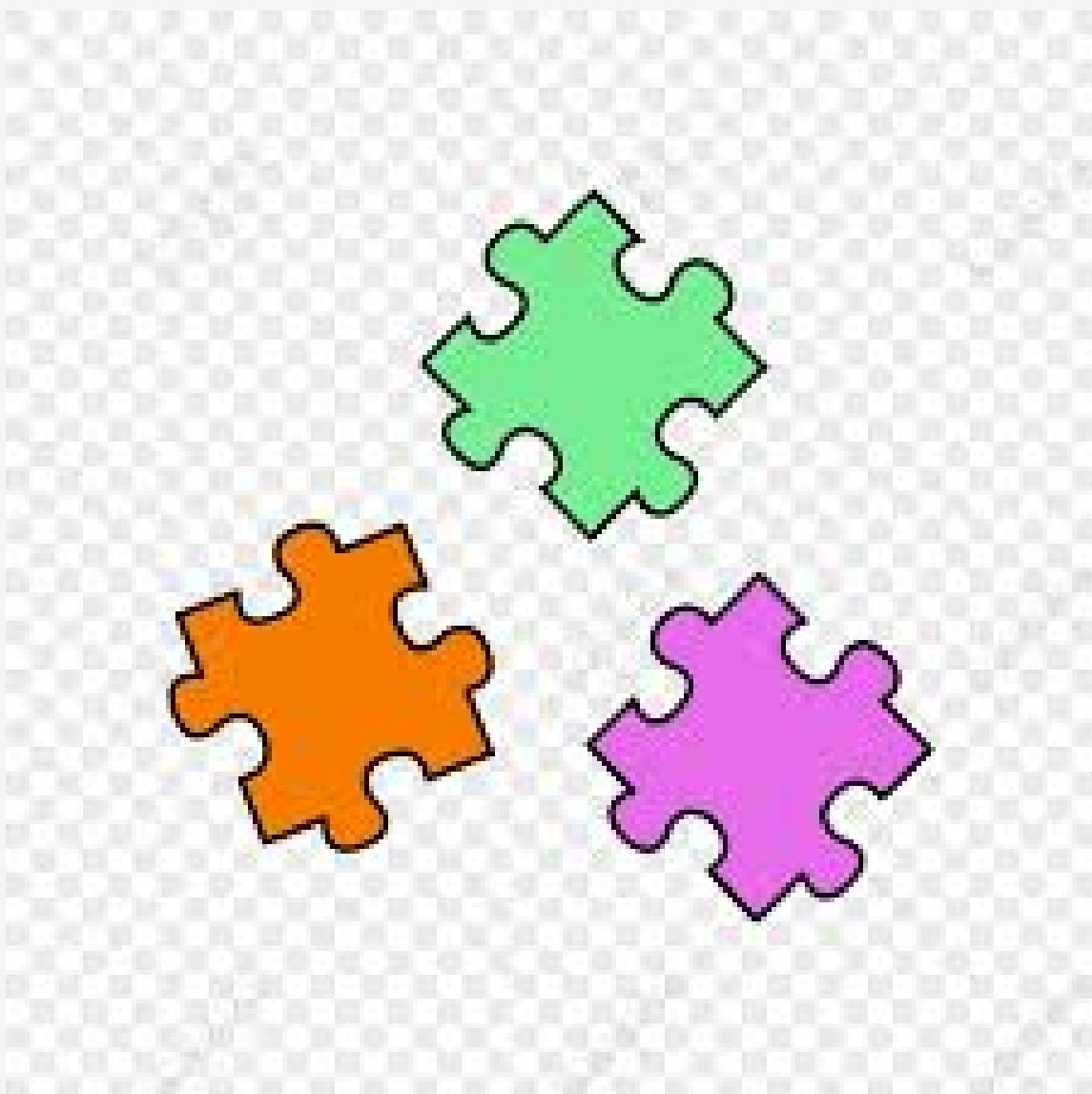
- Khắc phục khả năng "khái quát hóa kém" của các Mô hình có điều kiện.
- Giải quyết vấn đề "tốc độ chậm" của Mô hình Khuếch tán.
- Cải thiện hiệu suất của các "Tiên nghiệm tĩnh".



### **III. Thuật toán, mô hình và pipeline**

## **1. THUẬT TOÁN**

Đây không phải là một thuật toán đơn lẻ mà là một quy trình gồm 3 giai đoạn kết hợp giữa huấn luyện mô hình sinh (generative model) và tối ưu hóa tại thời điểm suy luận.



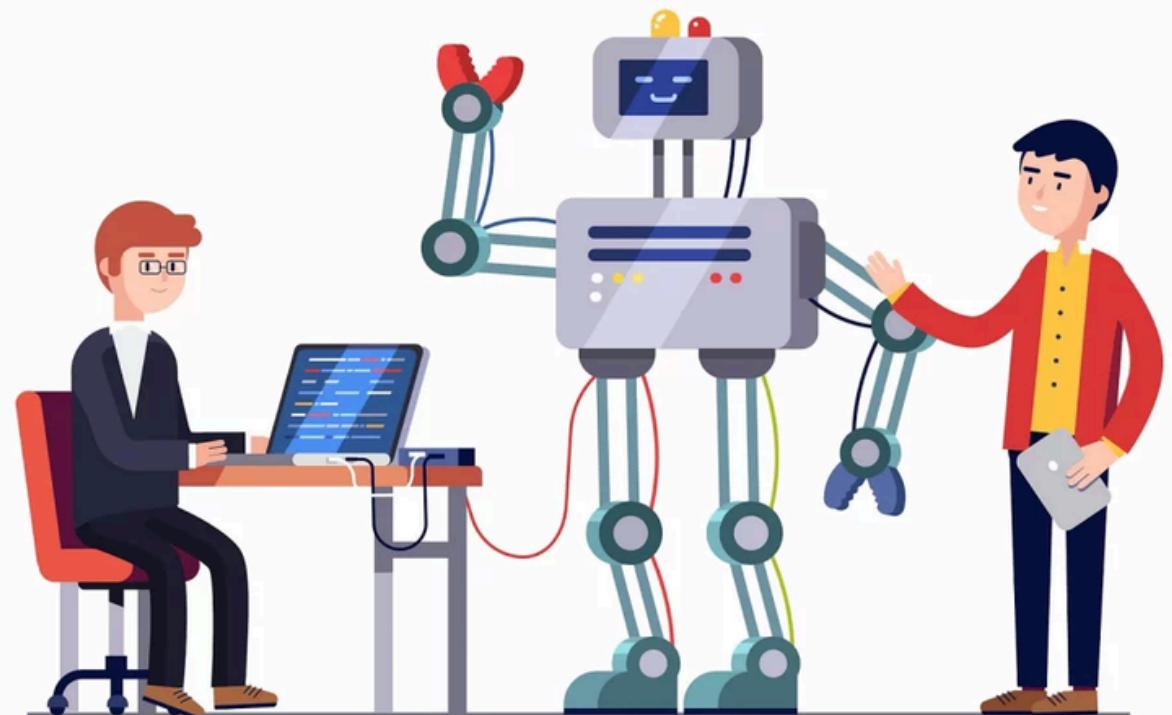
### III. Thuật toán, mô hình và pipeline

## 1. THUẬT TOÁN

### 1.1. Giai đoạn huấn luyện

Xây dựng "Tiên nghiệm Khuếch tán Đối kháng" (Adversarial Diffusion Prior)

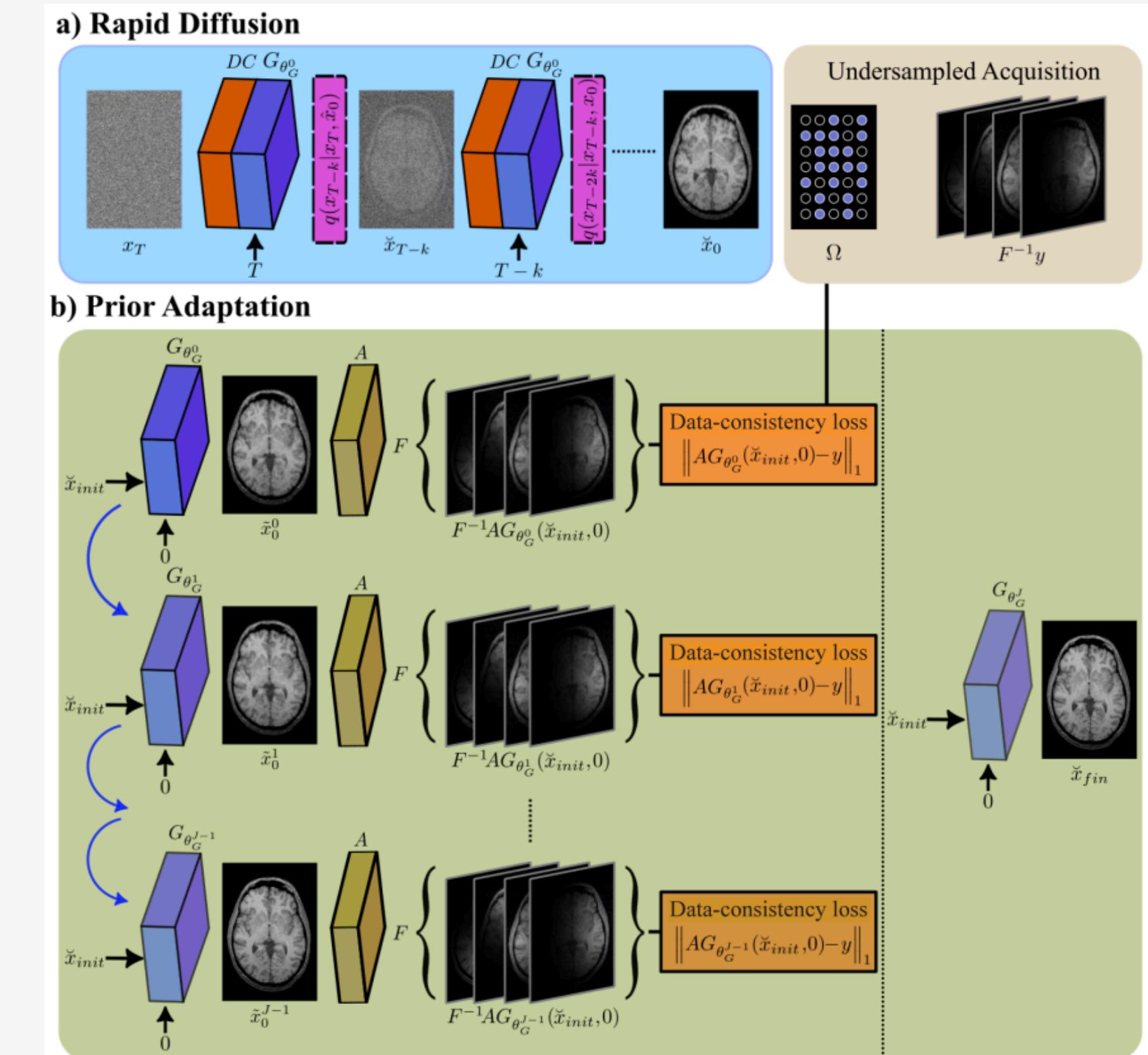
→ Đây là giai đoạn chuẩn bị mô hình trước khi áp dụng vào thực tế.



### III. Thuật toán, mô hình và pipeline

## 1. THUẬT TOÁN

### 1.2. Giai đoạn suy luận



### III. Thuật toán, mô hình và pipeline

---

## 1. THUẬT TOÁN

### A. *Giai đoạn suy luận 1*

#### Khuếch tán Nhanh (Rapid Diffusion Phase)

- Đây là bước đầu tiên khi có dữ liệu bệnh nhân mới.
- **Mục tiêu:** Tạo ra một bản tái tạo ban đầu chất lượng cao trong thời gian ngắn.

### III. Thuật toán, mô hình và pipeline

## 1. THUẬT TOÁN

### B. Giai đoạn suy luận 2

#### Thích ứng Tiên nghiệm (Prior Adaptation Phase)

- Đây là bước quan trọng và độc đáo nhất của thuật toán này, giúp mô hình "thông minh" hơn với từng ca bệnh.
- **Mục tiêu:** Tinh chỉnh mô hình để khớp hoàn hảo với dữ liệu của bệnh nhân hiện tại, khắc phục lỗi do sự khác biệt về máy móc hoặc giải phẫu (domain shift).

### III. Thuật toán, mô hình và pipeline

## 1. THUẬT TOÁN

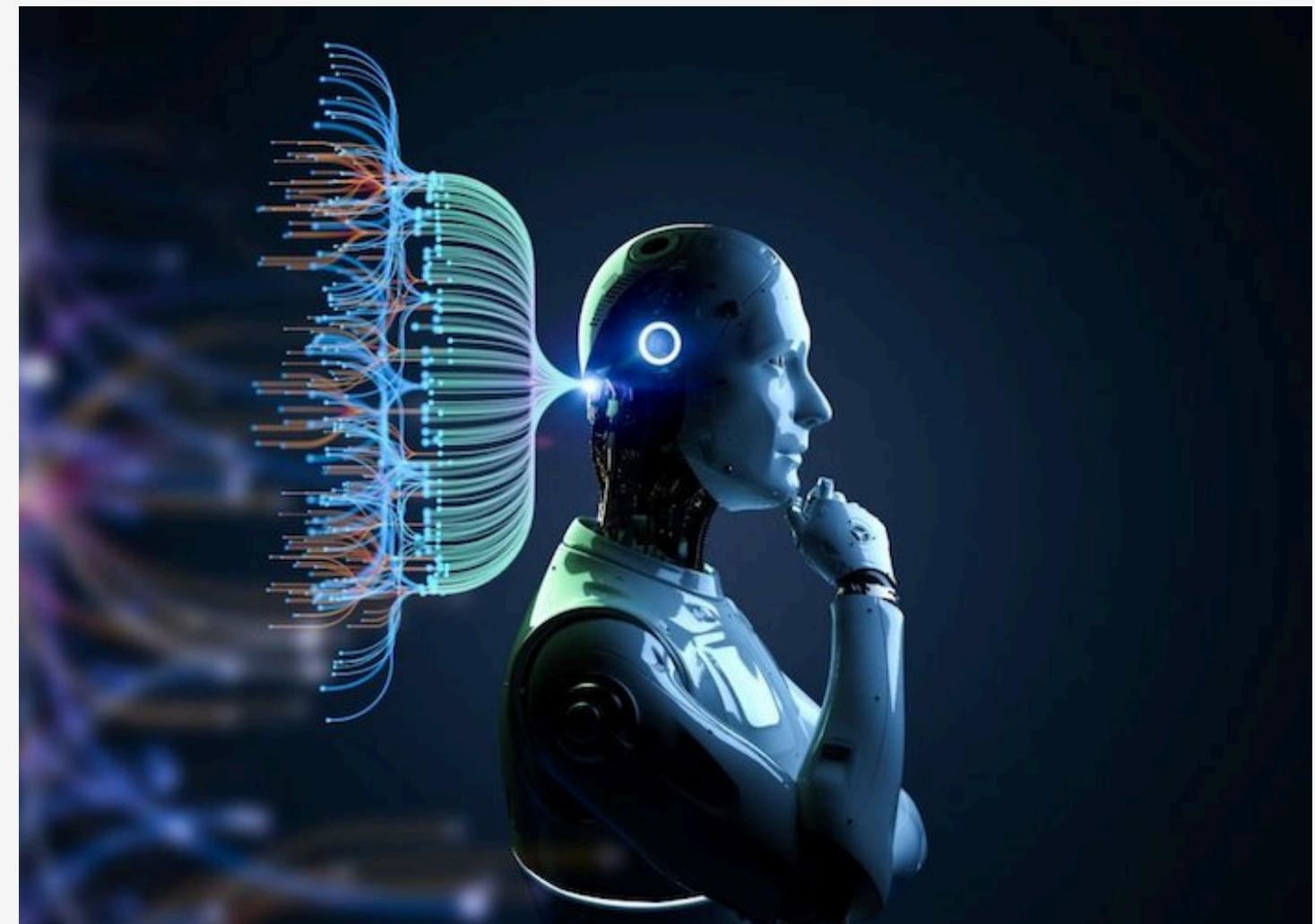
### **Tóm tắt ngắn gọn về luồng thuật toán**

- Trước khi gấp bệnh nhân:** Dùng GAN để học cách khử nhiễu cực nhanh (Adversarial Training).
- Khi gấp bệnh nhân (Bước 1):** Dùng mô hình đã học để tạo nhanh một bản nháp (Rapid Diffusion).
- Khi gấp bệnh nhân (Bước 2):** So sánh bản nháp với dữ liệu thực tế, nếu thấy lệch thì sửa lại chính bộ não của mô hình (Prior Adaptation) để vẽ lại cho khớp.

### III. Thuật toán, mô hình và pipeline

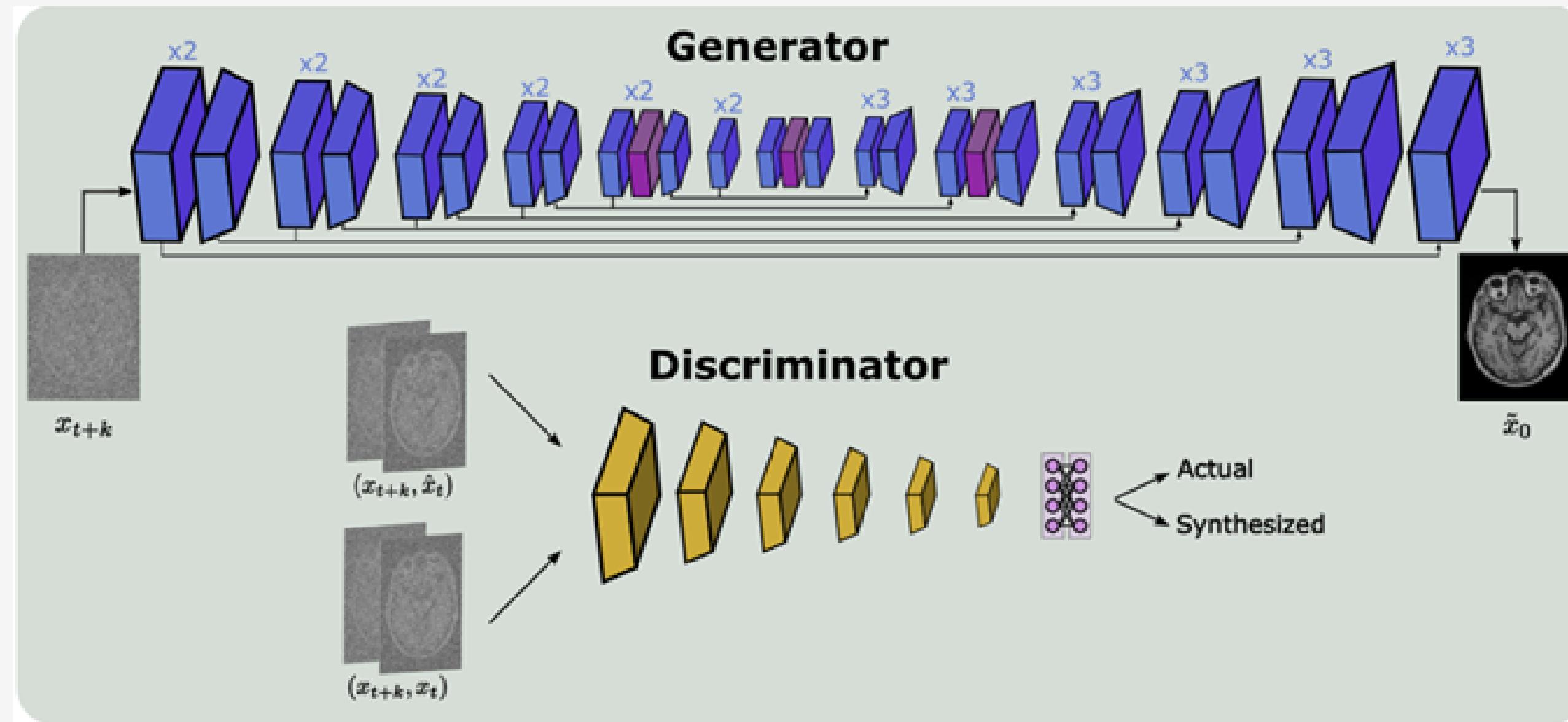
## 2. MÔ HÌNH

Đây là một mô hình kết hợp giữa Mạng Đối kháng Sinh (GAN) và Mô hình Khuếch tán (Diffusion Model), với kiến trúc mạng nơ-ron sâu phức tạp để giải quyết bài toán tái tạo MRI.



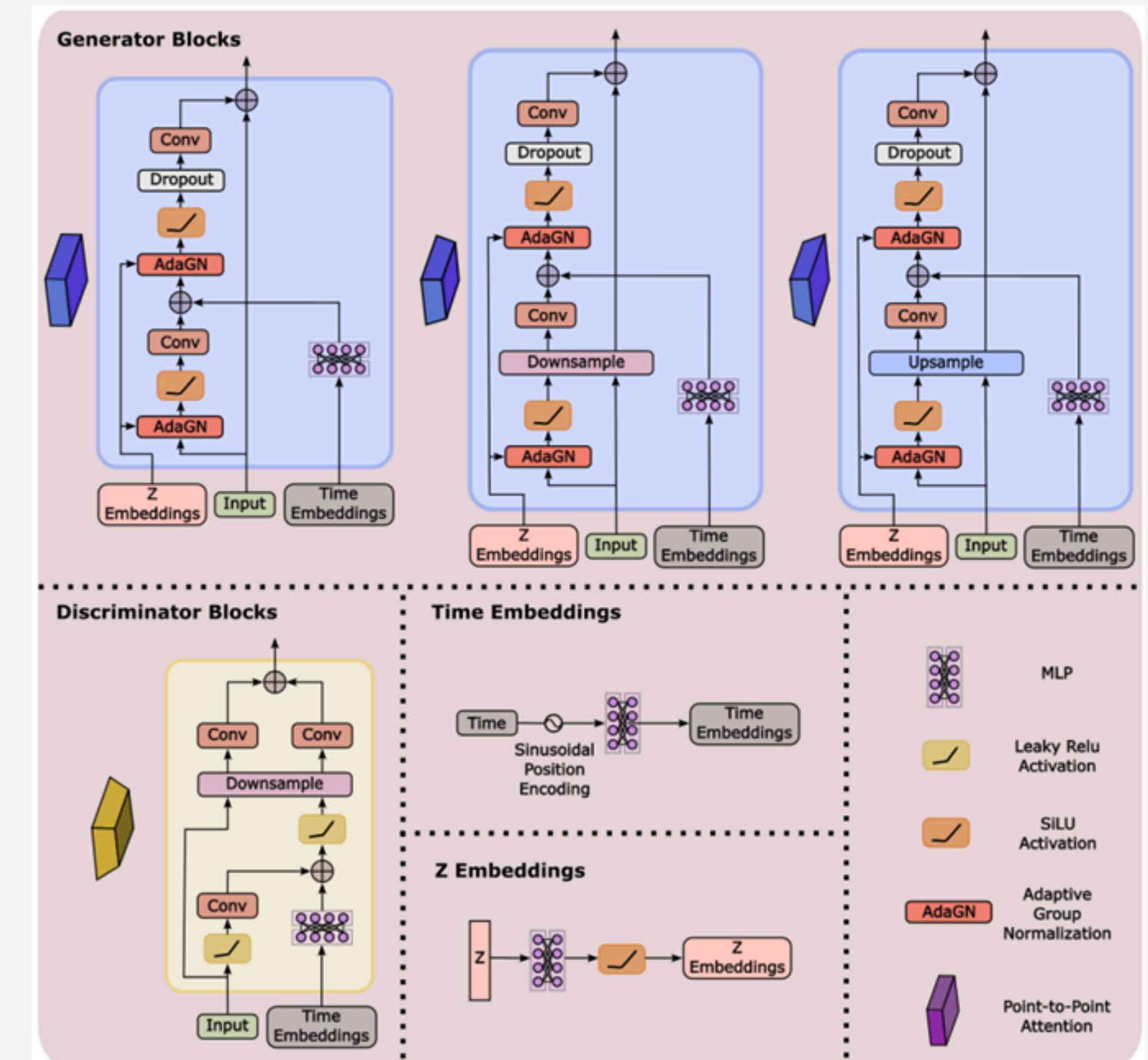
### III. Thuật toán, mô hình và pipeline

## 2. MÔ HÌNH



# III. Thuật toán, mô hình và pipeline

## 2. MÔ HÌNH



### III. Thuật toán, mô hình và pipeline

## 2. MÔ HÌNH

### 2.1. Generator

Đây là "trái tim" của mô hình, chịu trách nhiệm tạo ra ảnh MRI sạch từ ảnh nhiễu.

→ **Cấu trúc tổng thể:** Sử dụng kiến trúc Encoder-Decoder (Mã hóa - Giải mã) với các kết nối tắt (residual connections), tương tự như U-Net.

### III. Thuật toán, mô hình và pipeline

---

## 2. MÔ HÌNH

### 2.2. *Discriminator*

Mạng này đóng vai trò "thầy giáo", giúp Generator học cách tạo ra các bước chuyển đổi khuếch tán thực tế.

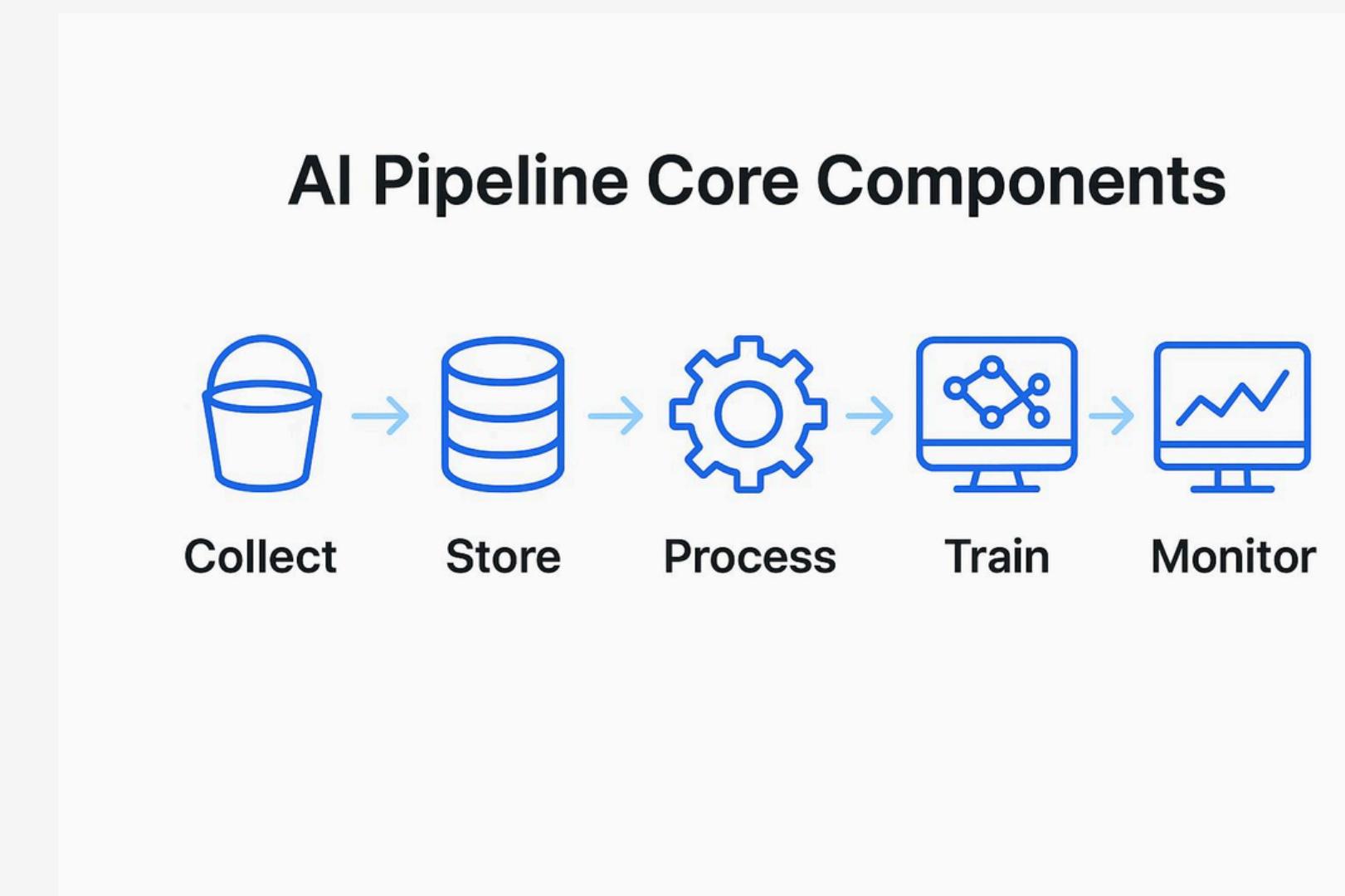
→ **Cấu trúc tổng thể:** Sử dụng kiến trúc Residual Encoder.

### III. Thuật toán, mô hình và pipeline

## 3. PIPELINE

Quy trình hoạt động theo trình tự thời gian sau khi mô hình đã được huấn luyện xong:

- Đầu vào: Dữ liệu k-space bị thiếu ( $y$ ) và mặt nạ lấy mẫu ( $\Omega$ ) của bệnh nhân.
- Pha 1 (Rapid Diffusion): Tạo ra ảnh tái tạo ban đầu.
- Pha 2 (Prior Adaptation): Tinh chỉnh mô hình để tạo ra ảnh cuối cùng.



## IV. Đánh giá, phân tích và nhận xét

# 1. TÍNH MỚI, ƯU ĐIỂM VÀ HẠN CHẾ

### 1.1. Tính mới

- Tiên nghiệm Khuếch tán Thích ứng đầu tiên cho MRI.
- Cơ chế "Adversarial Mapper" cho bước nhảy thời gian lớn.
- Quy trình tái tạo 2 pha.



## IV. Đánh giá, phân tích và nhận xét

### 1. TÍNH MỚI, ƯU ĐIỂM VÀ HẠN CHẾ

#### 1.2. Ưu điểm

- Độ bền vững vượt trội trước thay đổi miền.
- Chất lượng ảnh cao và chi tiết.
- Nhanh hơn đáng kể so với Diffusion truyền thống.



## IV. Tính mới, ưu điểm và hạn chế

### 1. TÍNH MỚI, ƯU ĐIỂM VÀ HẠN CHẾ

#### 1.3. Hạn chế

- Thời gian suy luận chậm hơn các mô hình Conditional.
- Tốn kém tài nguyên bộ nhớ.
- Thời gian huấn luyện lâu.
- Mới chỉ kiểm chứng trên 2D.

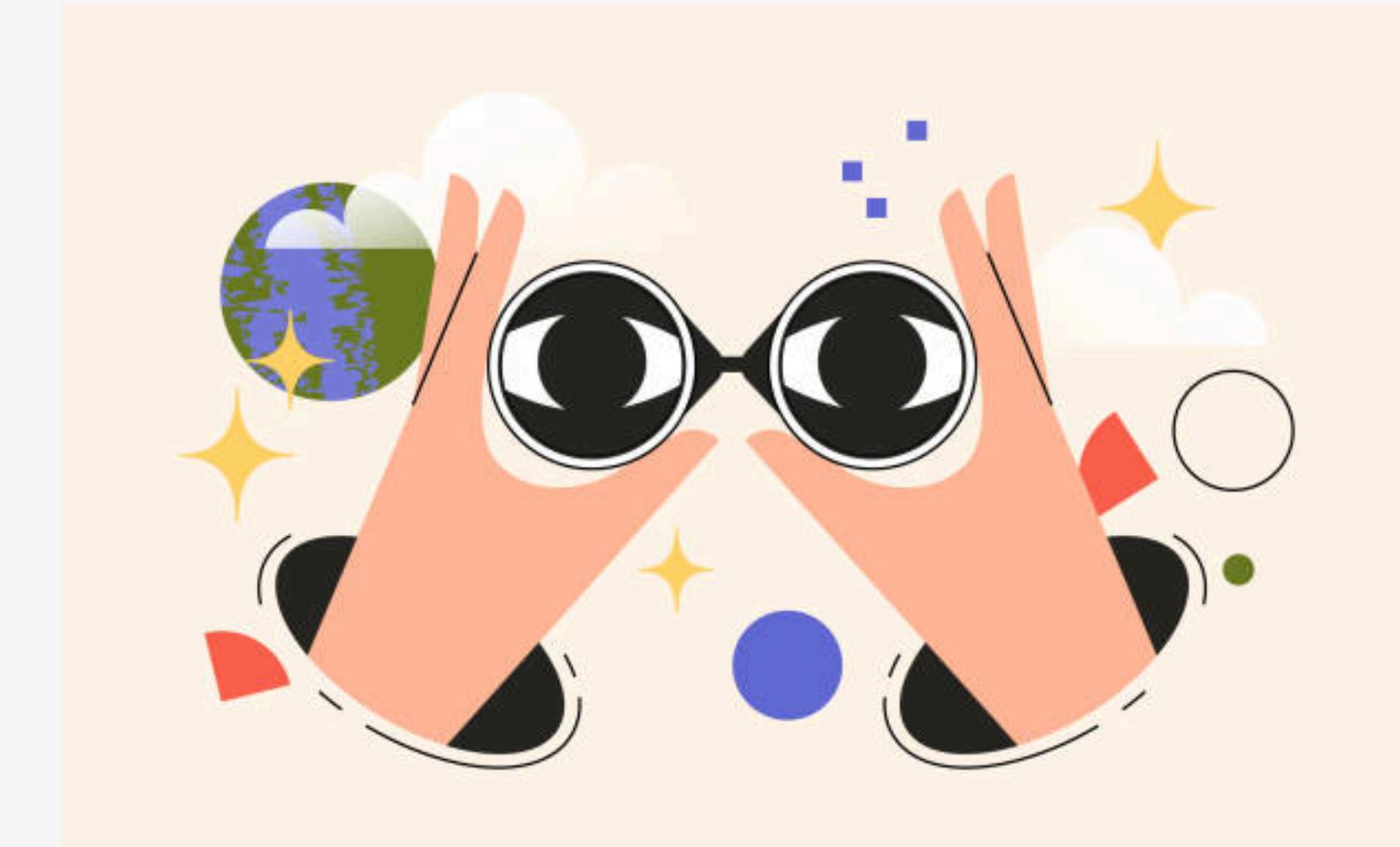


## IV. Tính mới, ưu điểm và hạn chế

# 2. GÓC NHÌN CÁ NHÂN VÀ HƯỚNG CẢI TIẾN

### ***2.1. Góc nhìn cá nhân***

- Chất lượng hơn Tốc độ.
- Thiết kế sáng tạo.
- Kết hợp được nhiều yếu tố để cải tiến lõi.

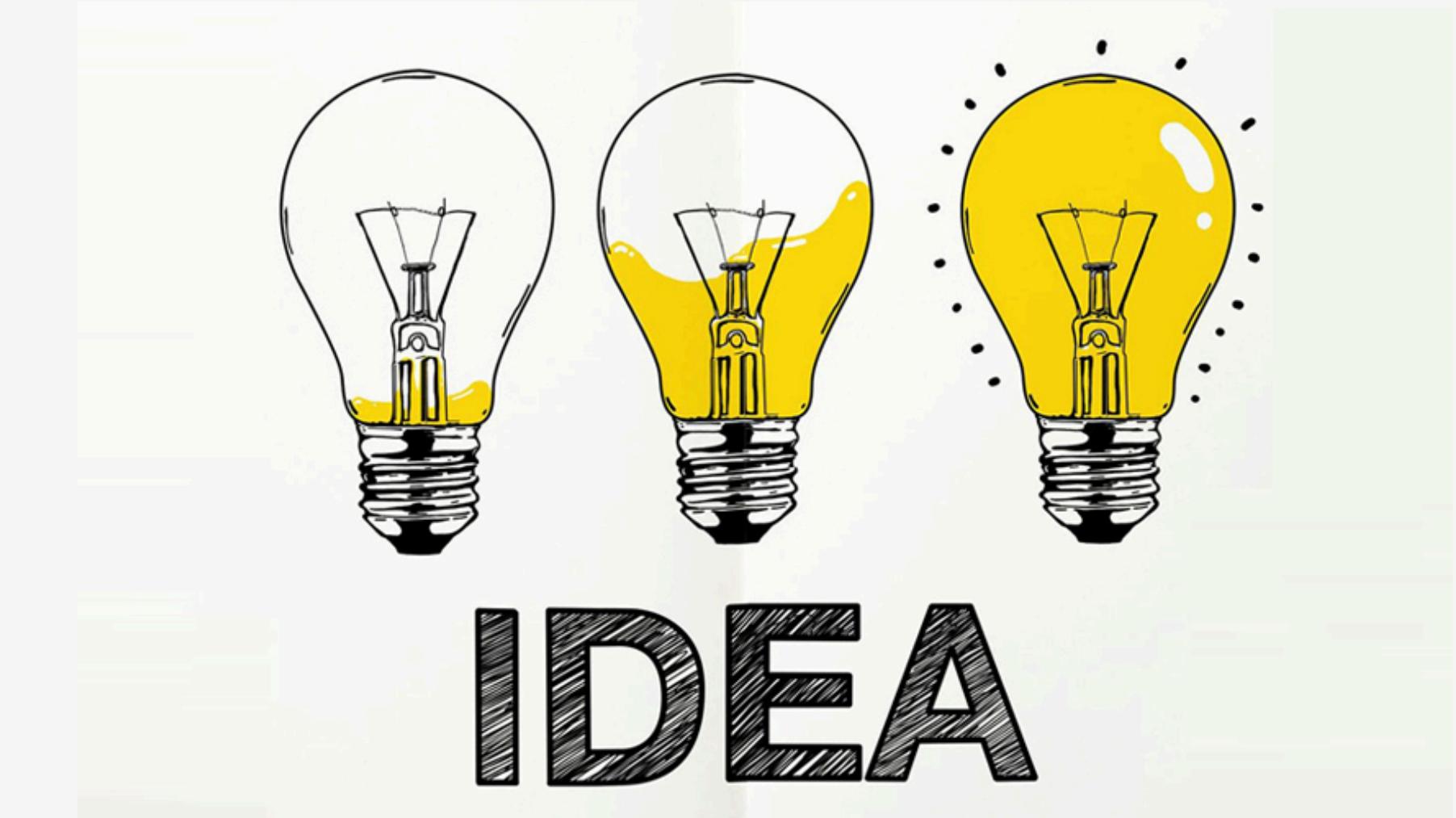


## IV. Tính mới, ưu điểm và hạn chế

### 2. GÓC NHÌN CÁ NHÂN VÀ HƯỚNG CẢI TIẾN

#### 2.2. Hướng cải tiến

- Tăng tốc độ thích ứng bằng "Parameter-Efficient Fine-Tuning" (PEFT).
- Mở rộng sang mô hình 3D.



## IV. Tính mới, ưu điểm và hạn chế

### 3. ỨNG DỤNG THỰC TẾ

- Rút ngắn đáng kể thời gian chụp MRI cho bệnh nhân.
- Tăng độ tin cậy khi chuyển đổi giữa các dòng máy và giao thức chụp.
- Nâng cao chất lượng hình ảnh cho các kỹ thuật chụp nhanh.



**CẢM ƠN THẦY VÀ CÁC BẠN ĐÃ LẮNG NGHE!**