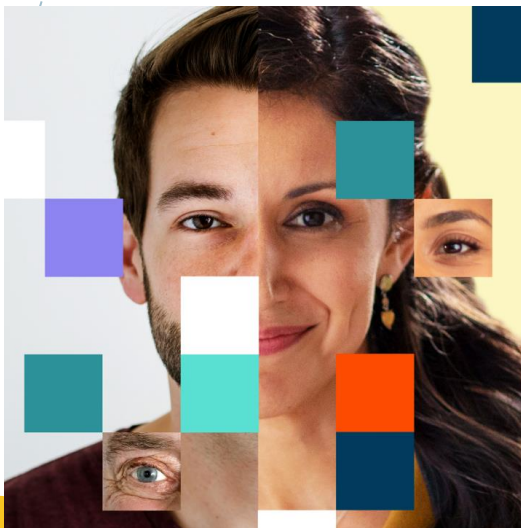


Deepfake Detection



Thành viên:

Họ và tên	MSSV
Nguyễn Vũ Dương	20520465
Lê Trần Quốc Khánh	20520574

GVHD: Mai Tiến Dũng

Nội dung thuyết trình

Giới thiệu

1

Dataset

3

Kết Luận

5

Phương pháp phát hiện
Deepfake

2

Thiết kế hệ thống

4

Hướng phát triển

6



The background is white and decorated with various colorful circles and dashed lines. In the top left, there is a large orange circle with a dashed red outline, overlapping a yellow circle. Below them is a small pink circle. In the bottom left, there is a large green circle with a dashed green outline, overlapping a yellow circle. In the top right, there is a large green circle with a white dot in the center, overlapping a yellow circle. In the bottom right, there is a large blue circle with a white dot in the center, overlapping a yellow circle. In the center, there is a large dashed blue circle containing the number 1.

1

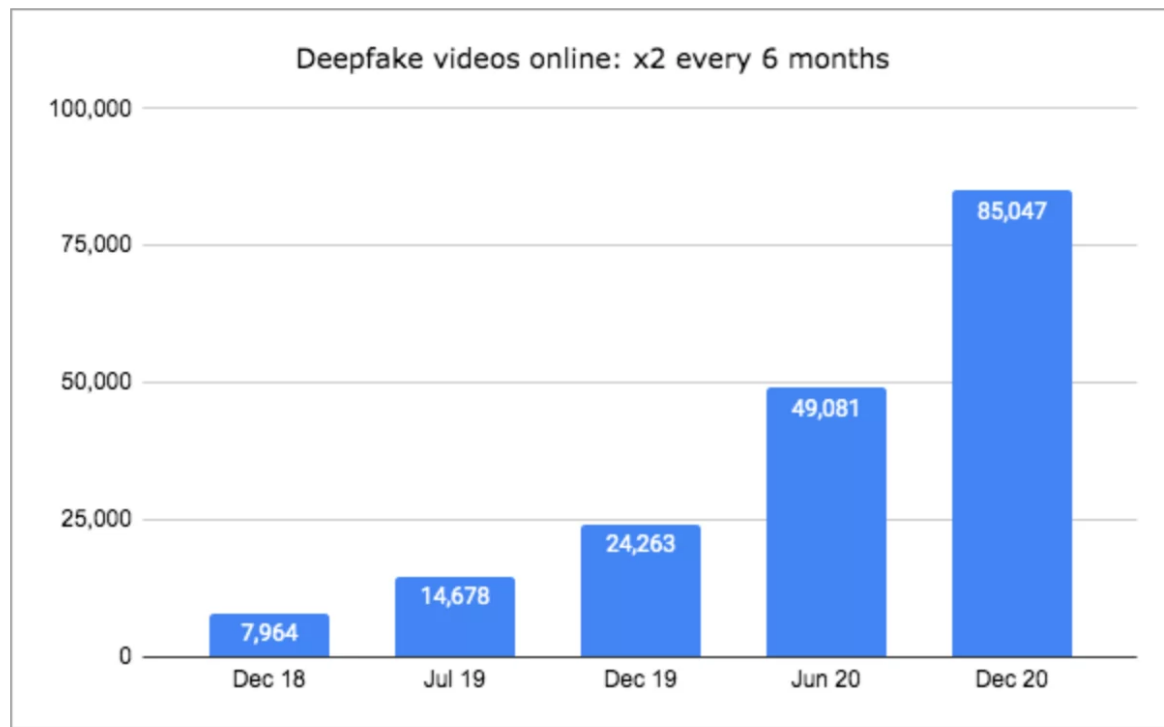
Giới thiệu

Deepfake là gì?

- Deepfake (một từ ghép của “deep learning” và “fake”) là một kỹ thuật để tổng hợp hình ảnh con người dựa trên trí tuệ nhân tạo(AI).
- Nó được sử dụng để kết hợp và chồng các hình ảnh và video hiện có lên các hình ảnh hoặc video nguồn bằng cách sử dụng một kỹ thuật học máy (machine learning) được gọi là Generative Adversarial Network (tạm dịch là mạng chống đối tạo sinh)



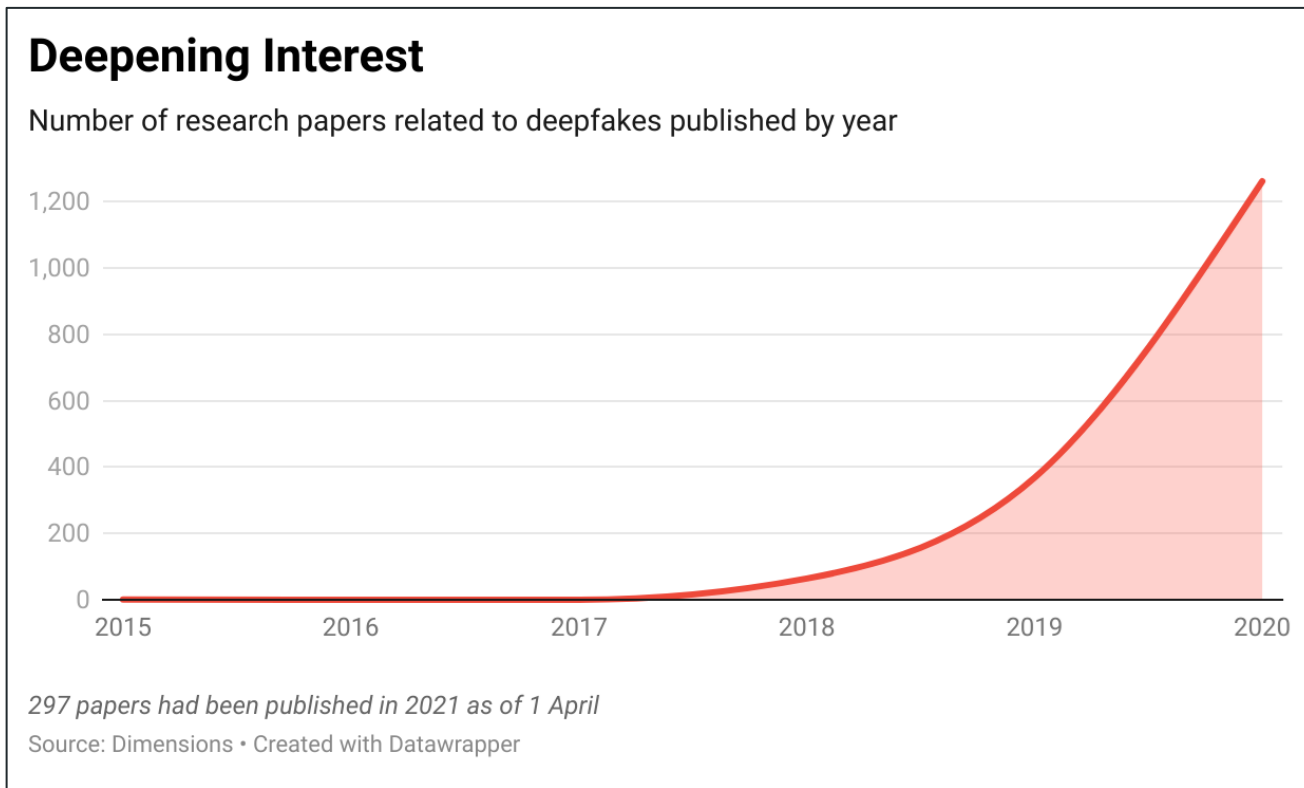
Sự phát triển của các video Deepfake



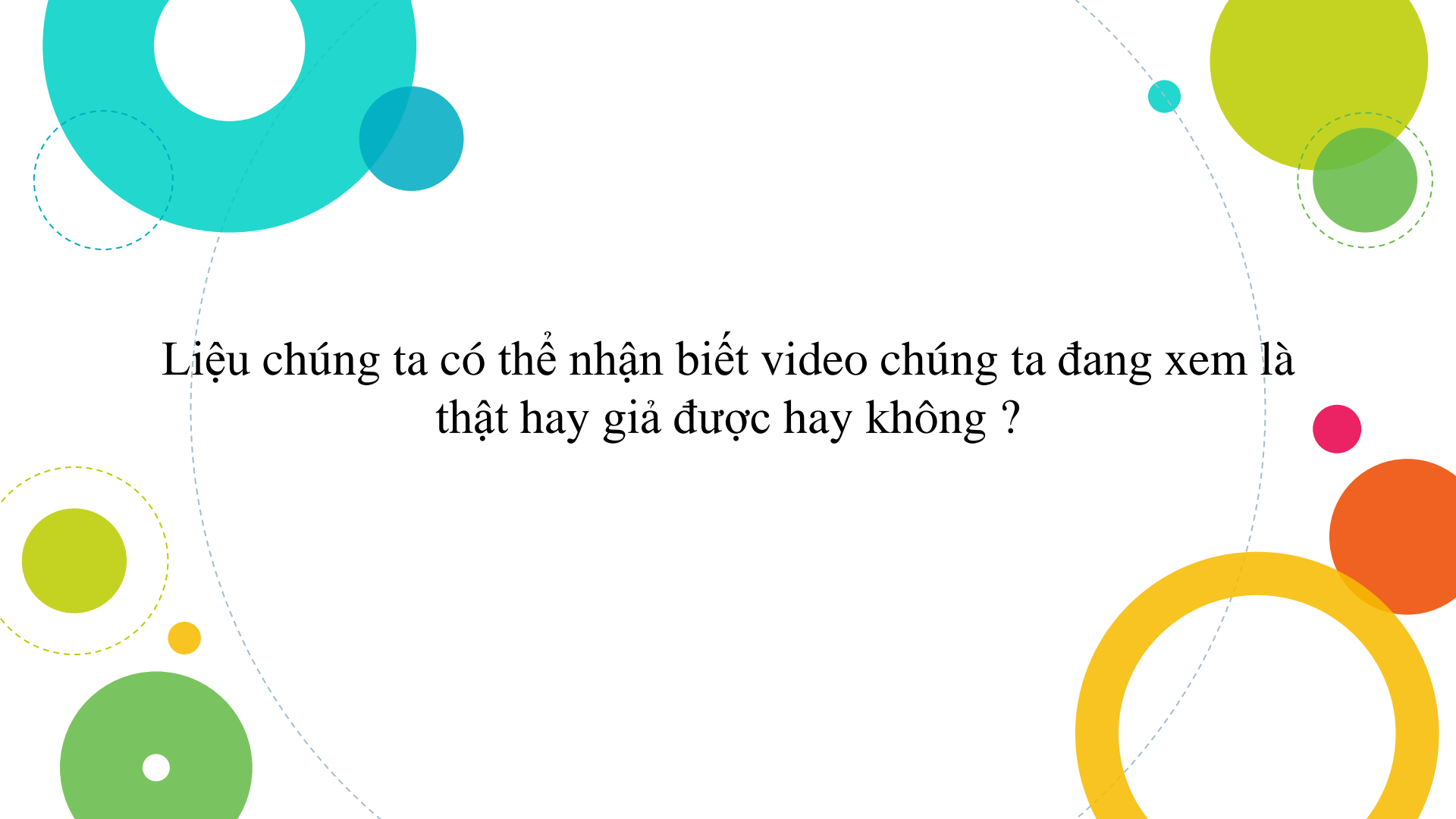
Source: Sensity

Biểu đồ 1: Sự phát triển của video Deepfake từ 12/2018 đến 12/2020

Sự phát triển của các bài báo Deepfake



Biểu đồ 1: Sự phát triển của các bài báo liên quan đến Deepfake từ năm 2015 đến 2020

The background is white with several large, colorful circles and dashed lines. In the top left, there is a large cyan circle with a white center, a smaller solid cyan circle, and a dashed cyan circle. In the top right, there is a large lime green circle, a smaller solid green circle, and a dashed green circle. In the bottom left, there is a large green circle with a white center, a smaller solid yellow circle, and a dashed yellow circle. In the bottom right, there is a large yellow circle, a smaller solid orange circle, and a dashed orange circle. A large, faint dashed blue circle is also visible, passing through the center of the text.

Liệu chúng ta có thể nhận biết video chúng ta đang xem là
thật hay giả được hay không ?



Thật

Giả

Thật hay Giả?

Giả

Giả



Tại sao ta cần phải có công cụ kiểm tra deepfake ?

- Tin giả
- Tuyên truyền sai lệch về chính trị
- Bôi nhọ bằng phim khiêu dâm
- Gian lận tài chính (dùng hình ảnh của người ảnh hưởng)



[1]



[2]



[3]

[1] Artists create Zuckerberg 'deepfake' video <https://www.youtube.com/watch?v=cnUd0TpuoXI>

[2] <https://www.newsweek.com/trump-deepfake-russia-rutube-1687647>

[3] You Won't Believe What Obama Says In This Video <https://www.youtube.com/watch?v=cQ54GDm1eL0>

A decorative graphic on the left side of the slide featuring several overlapping circles and rings in various colors: pink, orange, teal, light blue, and lime green. Some shapes have dashed outlines.

◎ Công cụ tạo deepfake

- ▶ Faceswap
- ▶ Face2Face
- ▶ DeepFaceLab
- ▶ DeepfakeCapsuleGAN
- ▶ NeuralTextures

A decorative graphic on the right side of the slide featuring several overlapping circles and rings in various colors: green, teal, blue, yellow, and lime green. Some shapes have dashed outlines.

◎ Các loại deepfake

- Face-swapping
- Face re-enactment
- Audio Deepfakes
- Lip-syncing Deepfakes
- Puppet-master

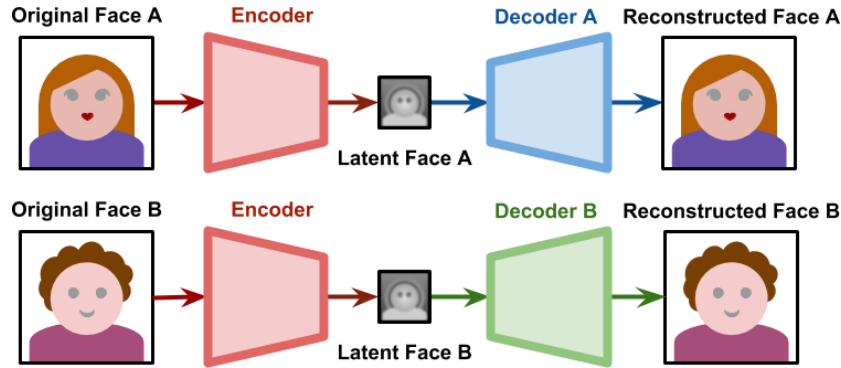
Cách thức tạo ra deepfake ?

Autoencoders

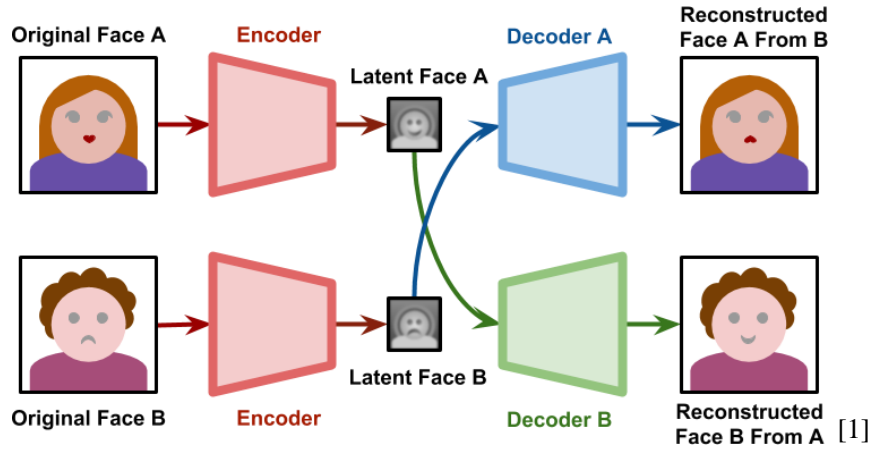
- Nó bao gồm 2 phần : encoder và decoder
- Encoder được huấn luyện với nhiều bức hình của hai đối tượng mà người dùng muốn hoán đổi và trích xuất các đặc trưng nổi bật của các tấm hình.
- Decoder thì tạo lại và khôi phục hình ảnh từ những đặc điểm nổi bật của các tấm hình được cung cấp.
- Sau khi huấn luyện thì Encoder và Decoder sẽ khôi phục lại hai hình ảnh khác nhau

Autoencoders

Training Process



Generating deepfakes



Cách thức tạo ra deepfake ?

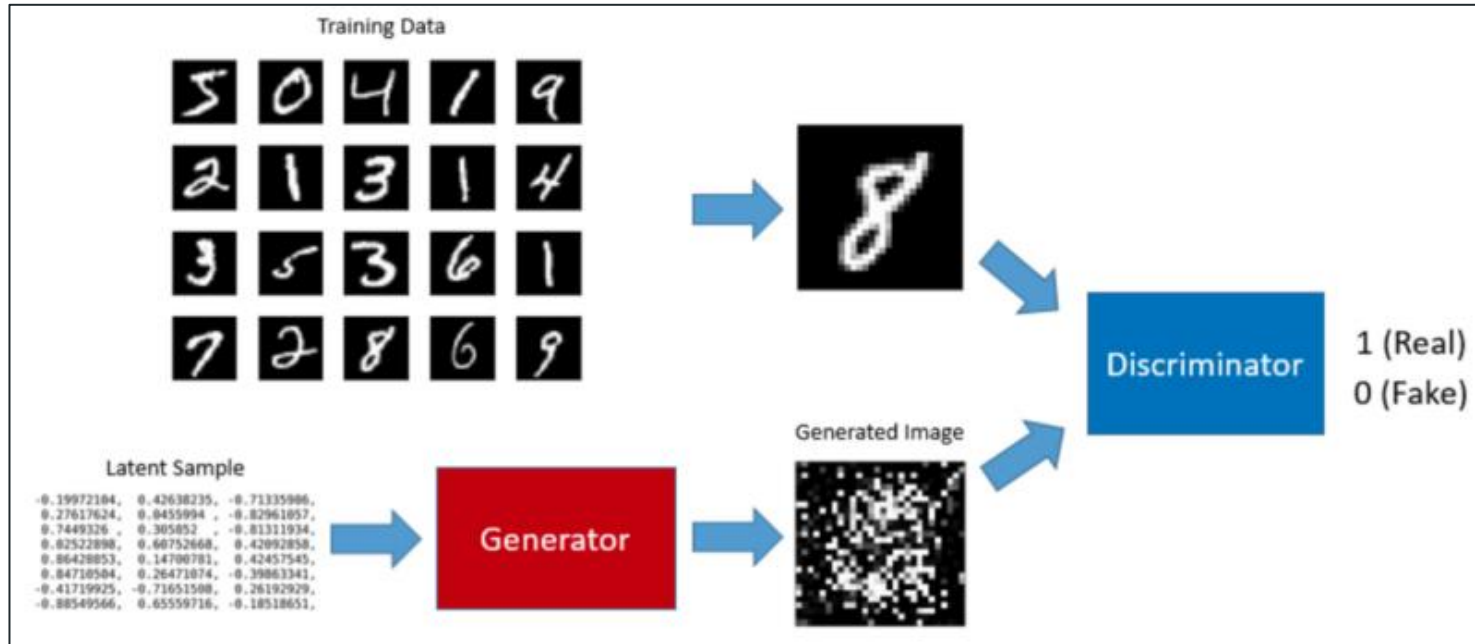
GANs

GANs bao gồm 2 neural networks và cùng “cạnh tranh” lẫn nhau:

- Generator
- Discriminator

Generator cố gắng tạo ra dữ liệu giống thật nhất có thể , còn Discriminator cố gắng phân biệt dữ liệu mà Generator đổ vào và chứng minh nó là hàng fake sau đó thông báo lại cho Generator để nó cải thiện, cứ như thế quá trình này lặp đi lặp lại để generator có thể tạo ra sample hoàn hảo nhất mà Discriminator không thể phân biệt được.

Generative Adversarial Networks



[1]
]

The background is white with several decorative elements: a large orange circle with a dashed red outline in the top left; a large yellow circle below it; a small pink circle below the yellow one; a large green circle with a dashed yellow outline in the top right; a small orange circle above it; a large blue circle with a dashed blue outline in the bottom right; a large green circle with a dashed green outline in the bottom left; and a small cyan circle above it. A large, light blue dashed circle is centered in the upper half of the slide.

2

Phương pháp phát hiện deepfake

Phương pháp phát hiện deepfake

```
graph TD; A[Phương pháp phát hiện deepfake] --- B[Phương pháp General Network]; A --- C[Phương pháp Camera Fingerprints]; A --- D[Phương pháp Biological Signals]; A --- E[Phương pháp Visual artifacts]; A --- F[Phương pháp Temporal consistency-based];
```

Phương pháp
General Network

Phương pháp
Camera Fingerprints

Phương pháp
Biological Signals

Phương pháp
Visual artifacts

Phương pháp
Temporal
consistency-based

Phương pháp phát hiện deepfake

**Phương pháp
General Network**

Phương pháp
Camera Fingerprints

Phương pháp
Biological Signals

Phương pháp
Visual artifacts

Phương pháp
Temporal
consistency-based

Ở phương pháp này, thì ta sẽ sử dụng neural network để phát hiện

Phương pháp phát hiện deepfake

Phương pháp General
Network

**Phương pháp
Camera Fingerprints**

Phương pháp
Biological Signals

Phương pháp
Visual artifacts

Phương pháp
Temporal
consistency-based

Do quá trình tái tạo lại bức ảnh hoặc video, các thiết bị sẽ để lại các dấu vết khác nhau trong hình ảnh hoặc video. Đồng thời thì ảnh nền và khuôn mặt sẽ đến từ các thiết bị khác nhau. Do đó ta có thể nhận dạng được bằng việc sử dụng dấu vết này.

Phương pháp phát hiện deepfake

Phương pháp General
Network

Phương pháp
Camera Fingerprints

**Phương pháp
Biological Signals**

Phương pháp
Visual artifacts

Phương pháp
Temporal
consistency-based

Gan khó mà có thể hiểu được các đặc điểm “sinh học” ẩn của khuôn mặt, do đó khó tổng hợp khuôn mặt người với những hành vi hợp lý. Vì thế ta có thể sử dụng các tín hiệu Sinh học để phát hiện

Phương pháp phát hiện deepfake

Phương pháp General
Network

Phương pháp
Camera Fingerprints

Phương pháp
Biological Signals

**Phương pháp
Visual artifacts**

Phương pháp
Temporal
consistency-based

Trong quá trình ghép khuôn mặt vào bức hình hoặc video thì có thể sẽ tạo ra những bất thường về mặt hiển thị. Phương pháp này sử dụng những bất thường đó để phát hiện deepfake.

Phương pháp phát hiện deepfake

Phương pháp General
Network

Phương pháp
Camera Fingerprints

Phương pháp
Biological Signals

Phương pháp
Visual artifacts

**Phương pháp
Temporal
consistency-based**

Các video Deepfake được phát hiện là tồn tại sự không nhất quán giữa các khung hình liên tiếp do lỗi của thuật toán. Vì vậy, RNN được áp dụng để phát hiện những mâu thuẫn như vậy

The background is white and decorated with various geometric shapes. In the top left, there is a large orange circle with a dashed red outline, partially overlapping a yellow circle. Below the yellow circle is a small pink circle. In the top right, there is a green circle with a white center, a small orange circle, and a yellow circle with a dashed green outline. In the bottom left, there is a large yellow circle, a small cyan circle, and a green circle with a dashed green outline. In the bottom right, there is a large cyan circle with a white center and a cyan circle with a dashed blue outline. A large, light blue dashed circle is centered on the page.

3

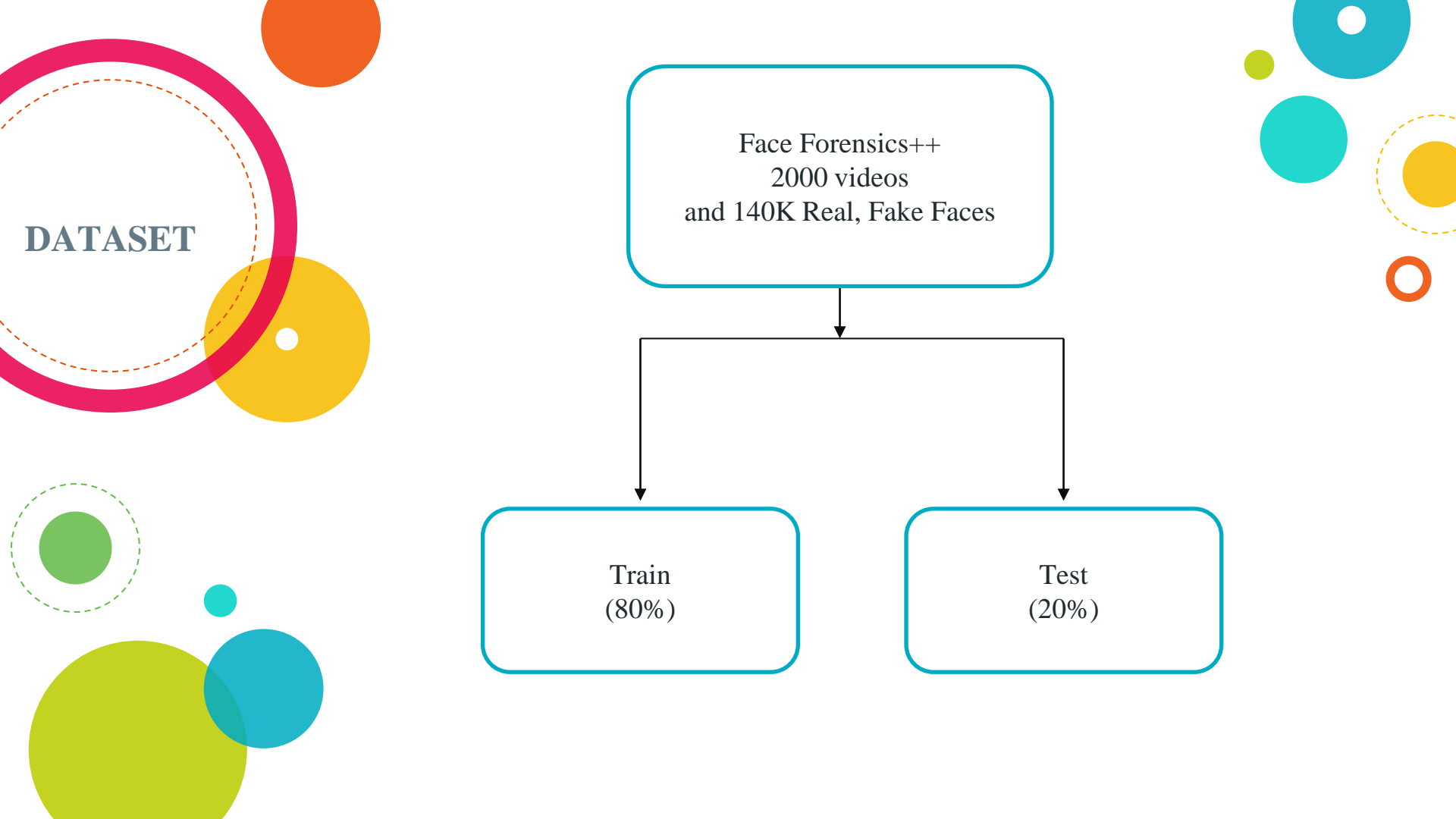
Dataset

DATASET

Face Forensics++
2000 videos
and 140K Real, Fake Faces

Train
(80%)

Test
(20%)

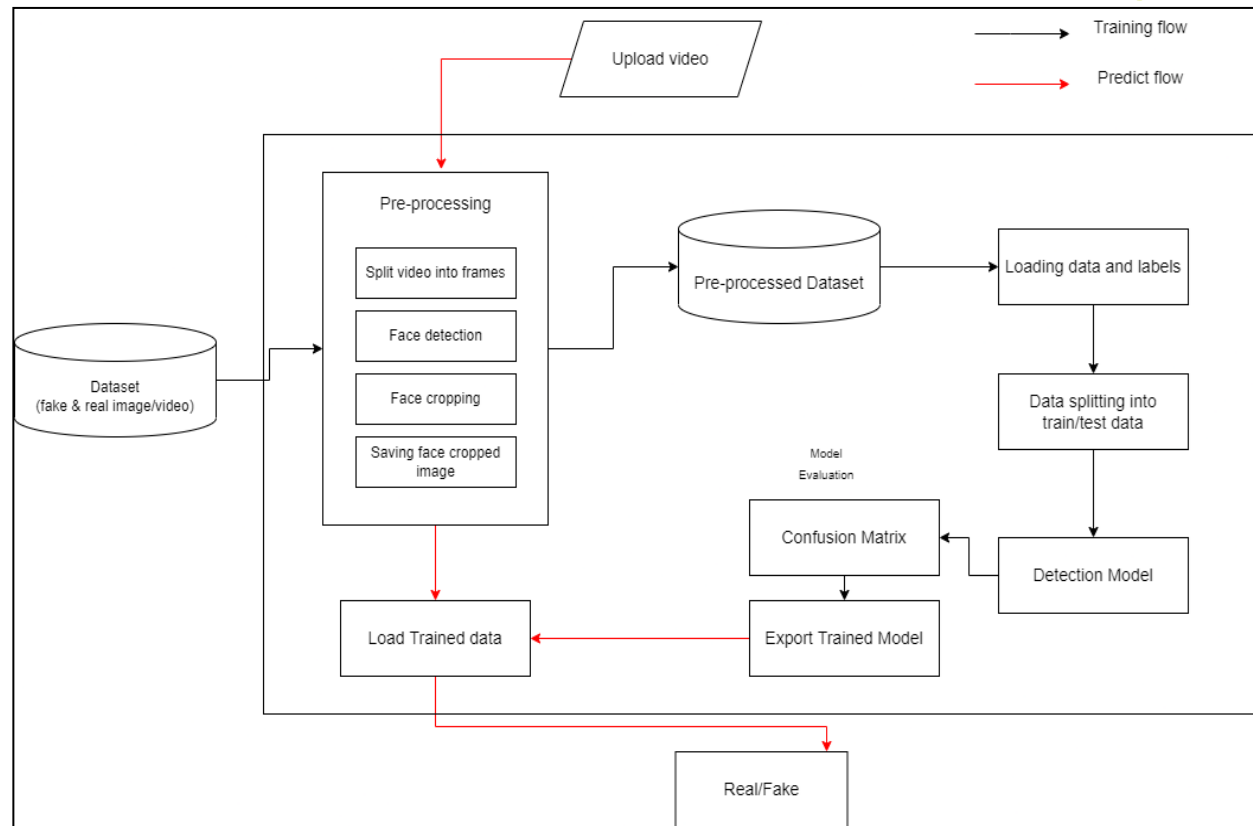


The background is white and decorated with various colorful circles and dashed lines. In the top left, there is a large orange circle with a dashed red outline, overlapping a yellow circle. Below them is a small pink circle. In the top right, there is a green circle with a white center, a small orange circle, and a yellow circle with a dashed green outline. In the bottom left, there is a green circle with a dashed green outline, a large yellow circle, and a small cyan circle. In the bottom right, there is a large cyan circle with a white center, and a small cyan circle with a dashed blue outline.

4

Thiết kế hệ thống

Tổng quan hệ thống



Pre-processing



01

SPLIT VIDEO INTO
FRAMES



02

EXTRACT EVERY
EVEN FRAME



03

FACE DETECTION



04

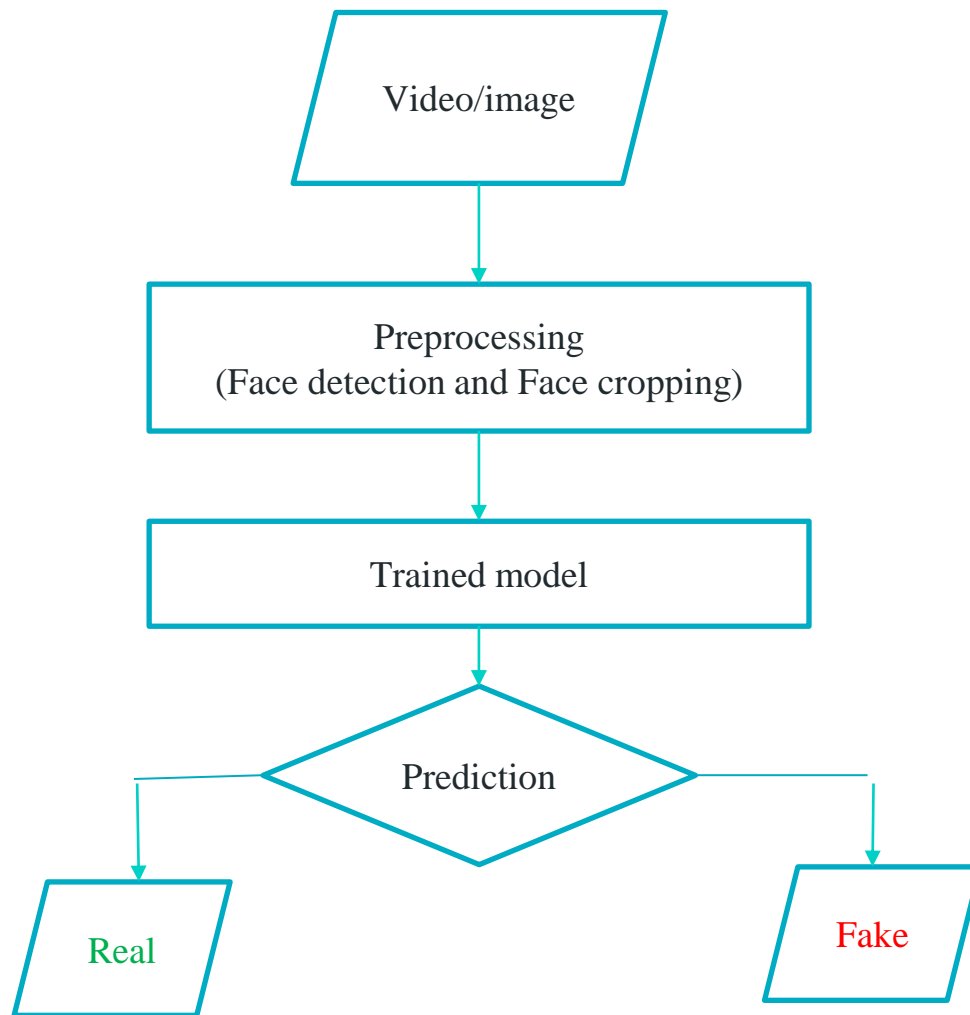
FACE CROPPING



05

FRAME RESIZING TO
 $128*128*3$

Predict



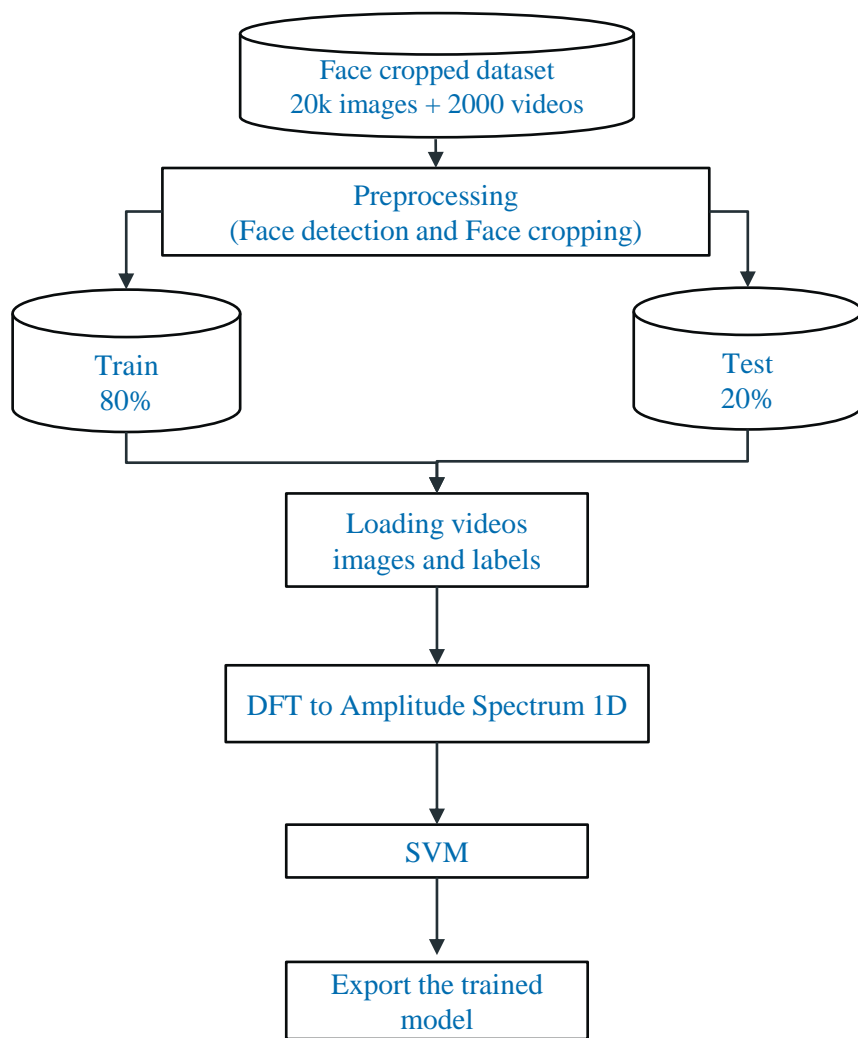


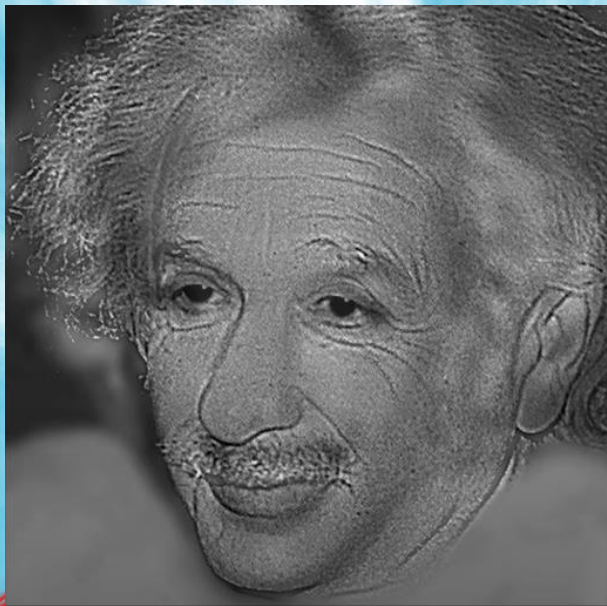
4.1

DFT + SVM

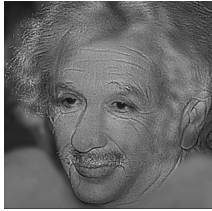


Training





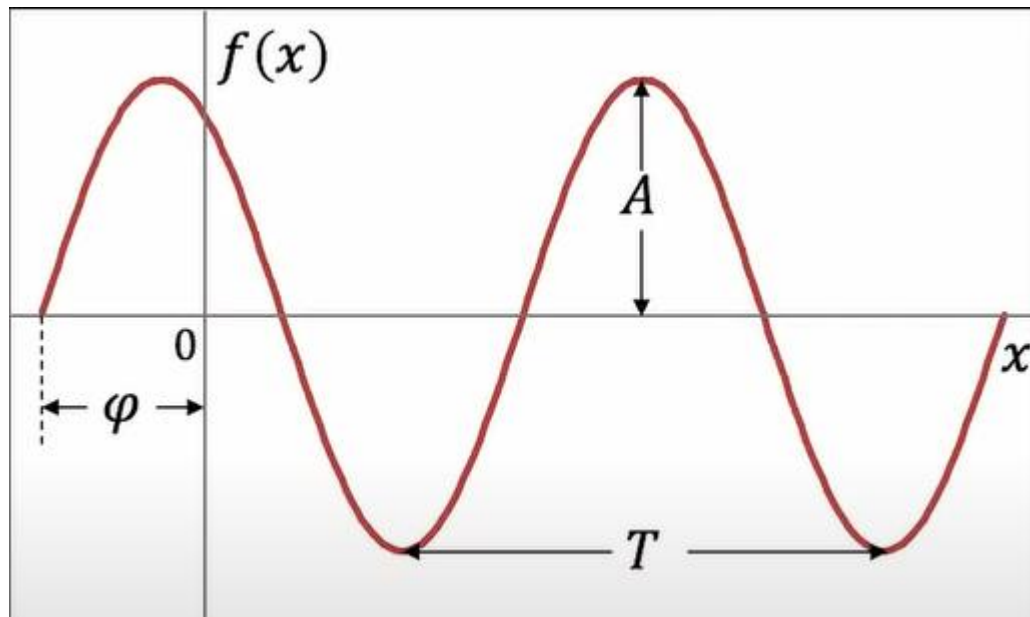
POKÉMON



POKÉMON

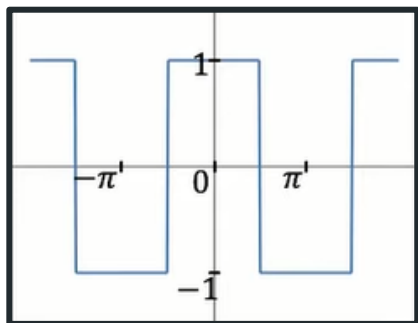
DFT

Đồ thị hình Sin = $f(x) = A \sin(2\pi ux + \varphi)$

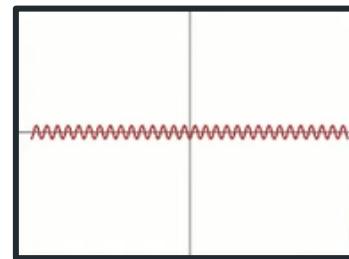
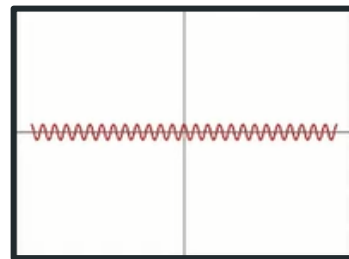
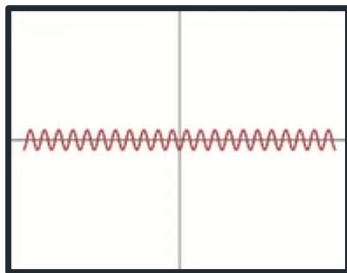
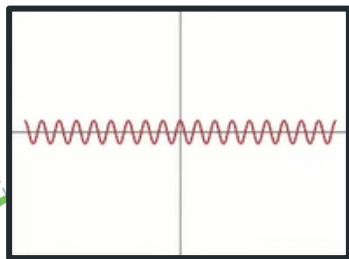
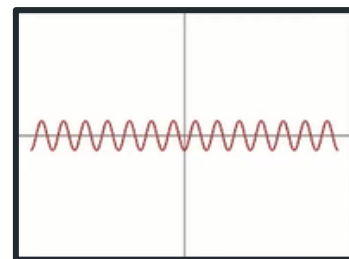
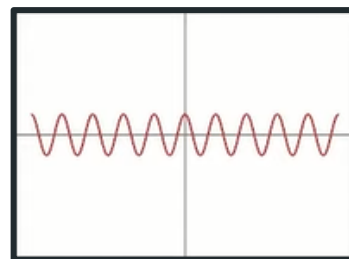
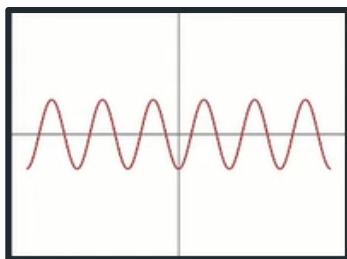
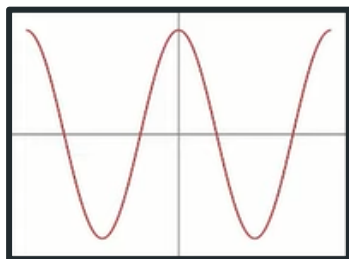


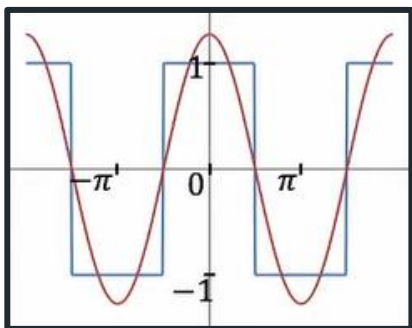
A : Biên độ (amplitude)
 φ : Pha (Phase)

T : Chu kỳ
 u : Tần số



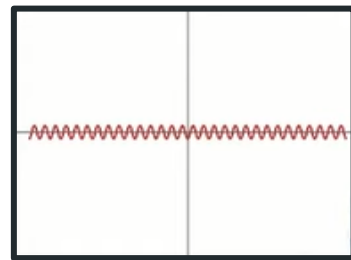
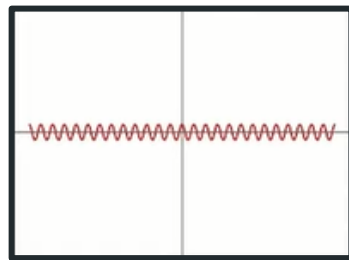
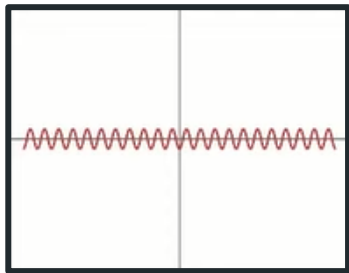
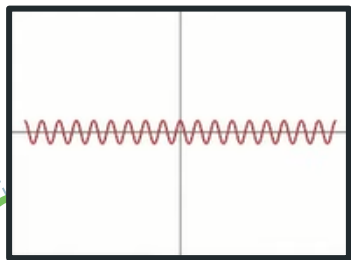
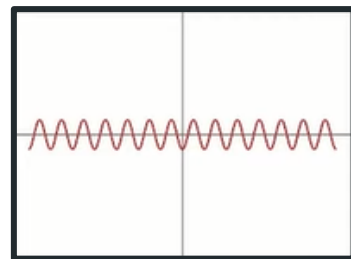
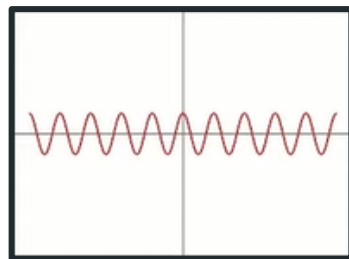
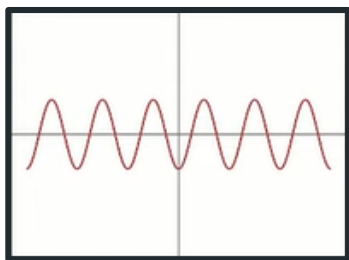
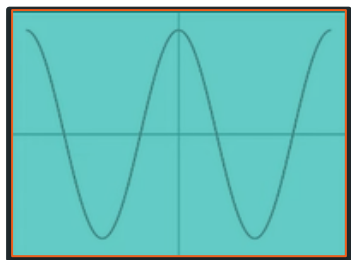
Đồ thị sóng hình vuông

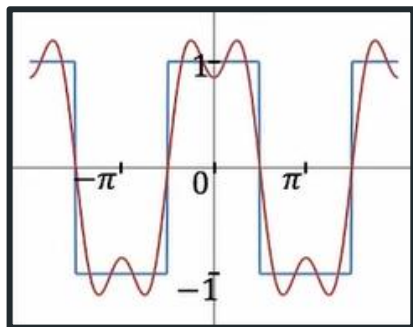




Đồ thị sóng hình vuông

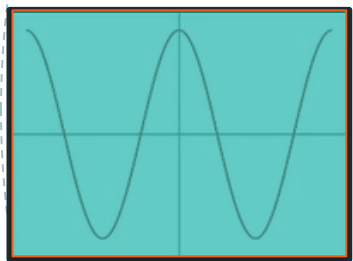
Tổng của các đồ thị hình sin



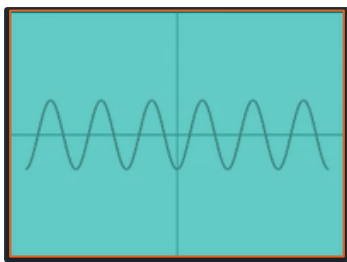


Đồ thị sóng hình vuông

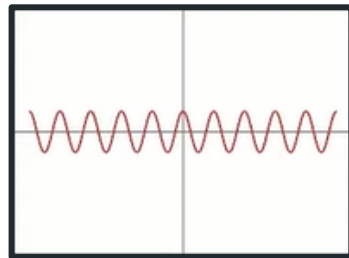
Tổng của các đồ thị hình sin



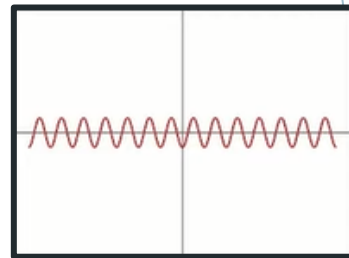
+



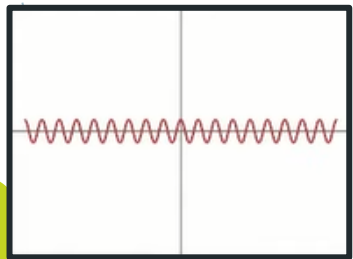
+



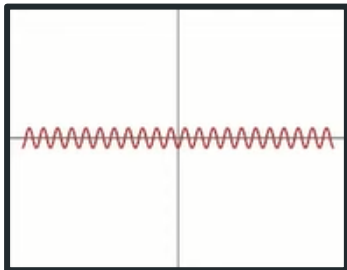
+



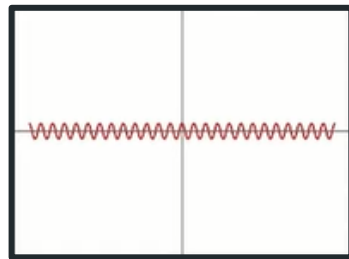
+



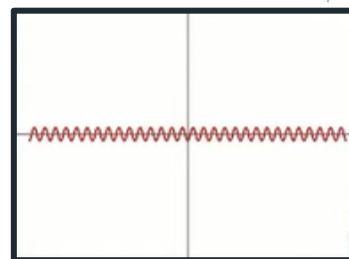
+

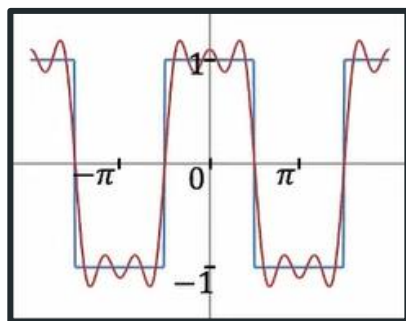


+



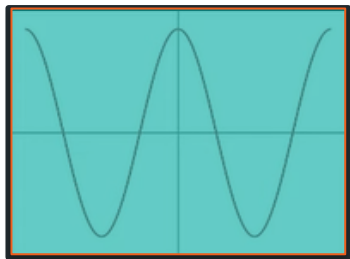
+



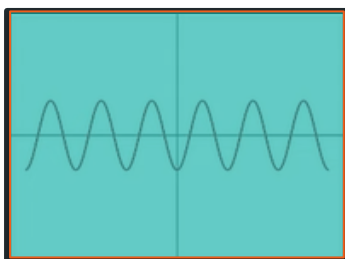


Đồ thị sóng hình vuông

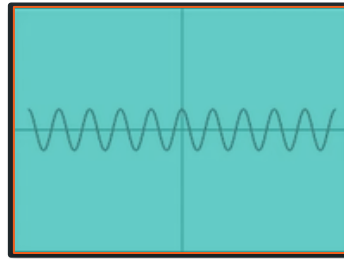
Tổng của các đồ thị hình sin



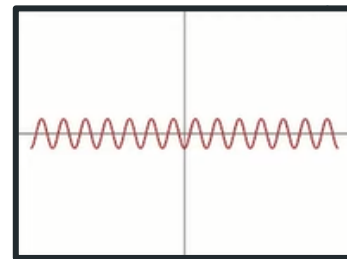
+



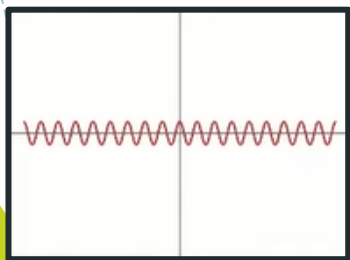
+



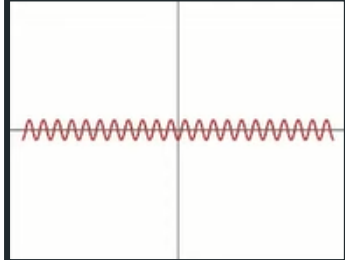
+



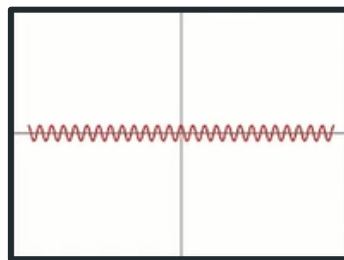
+



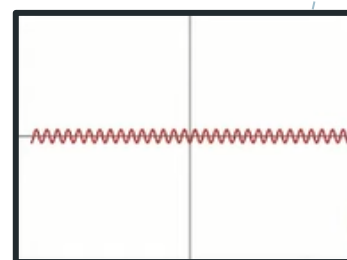
+

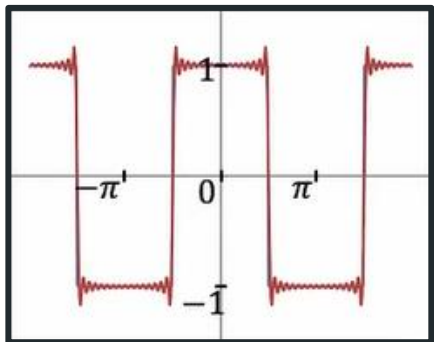


+



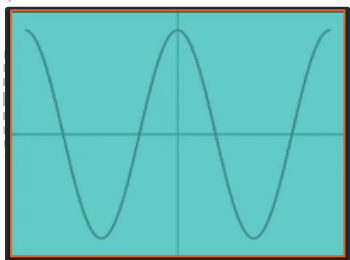
+



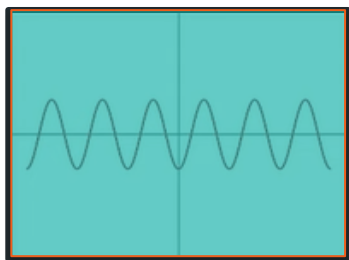


Đồ thị sóng hình vuông

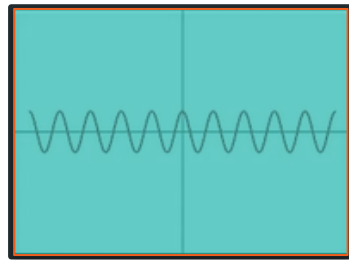
Tổng của các đồ thị hình sin



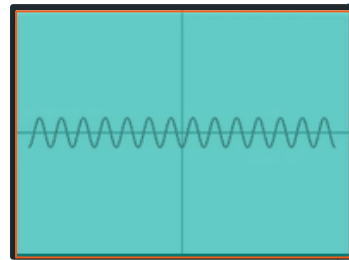
+



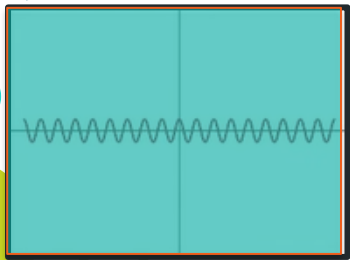
+



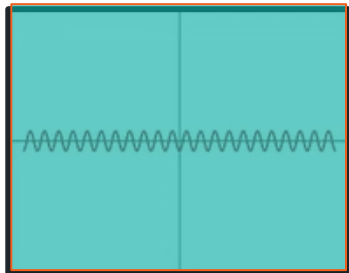
+



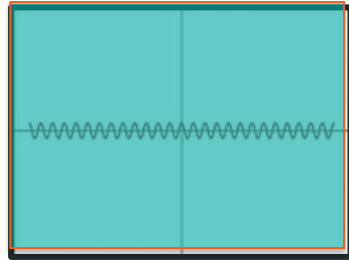
+



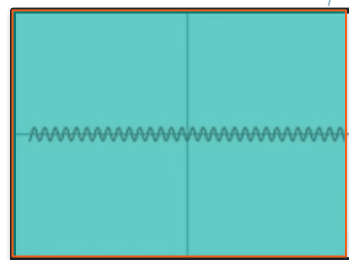
+

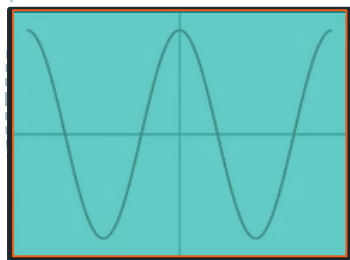
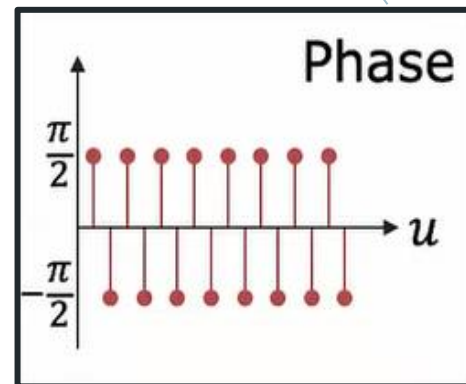
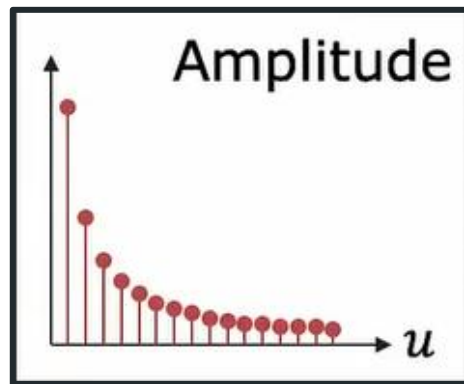
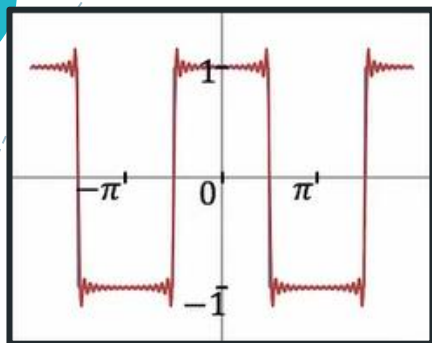


+

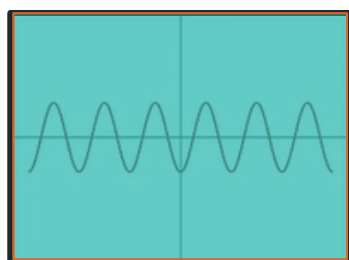


+

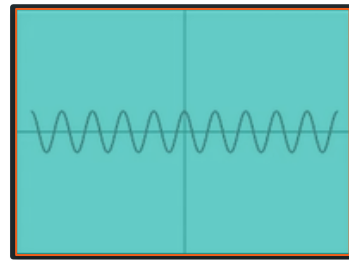




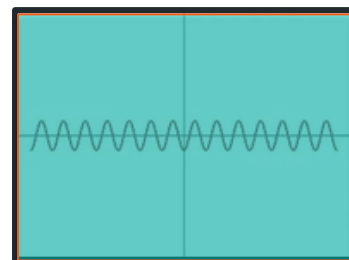
+



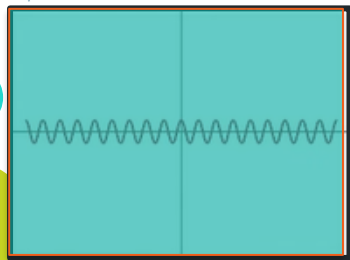
+



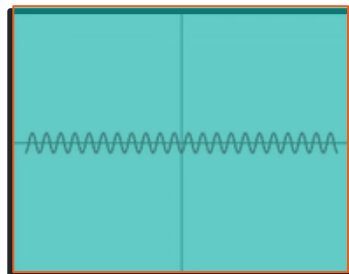
+



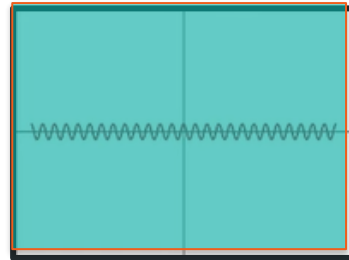
+



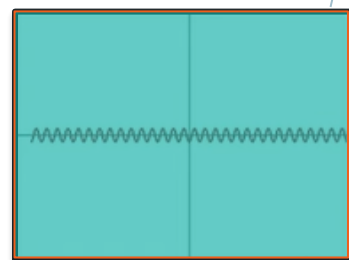
+

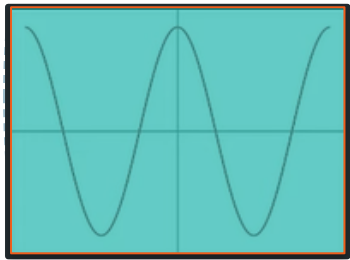
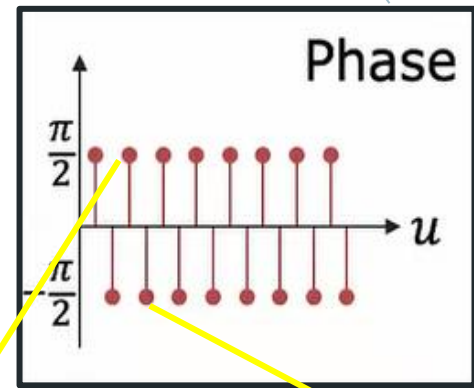
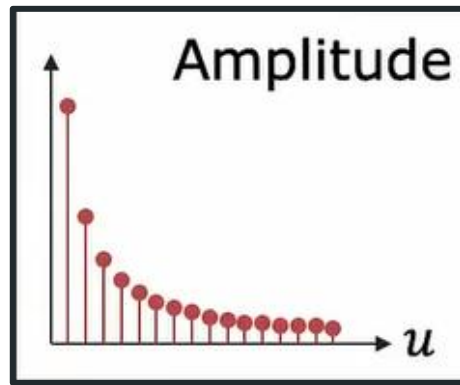
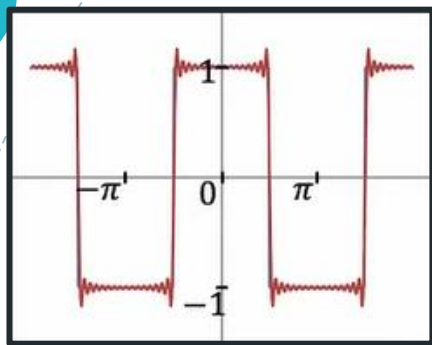


+

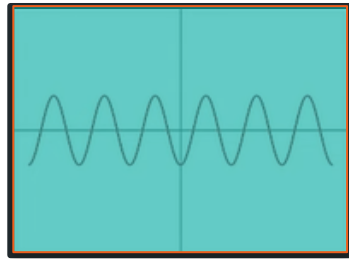


+

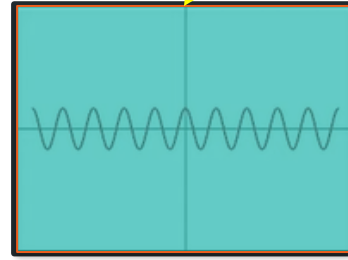




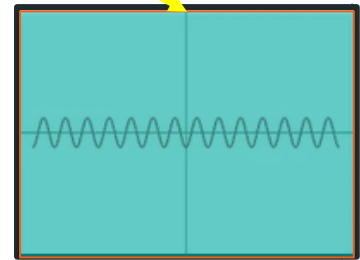
+



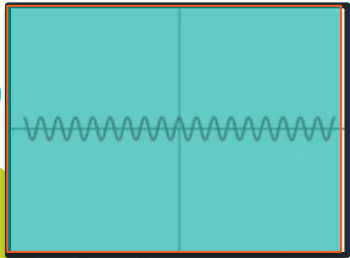
+



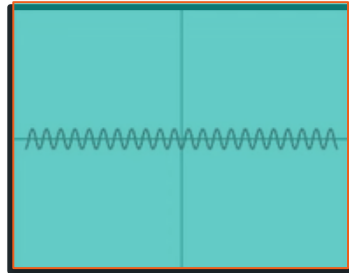
+



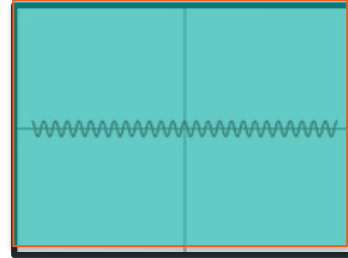
+



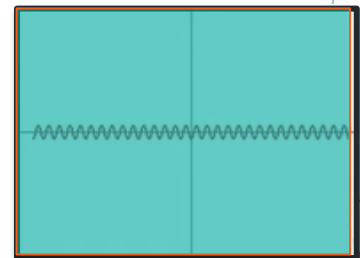
+



+

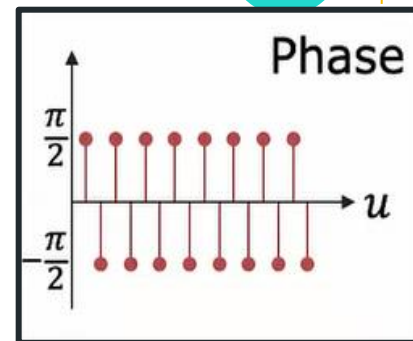
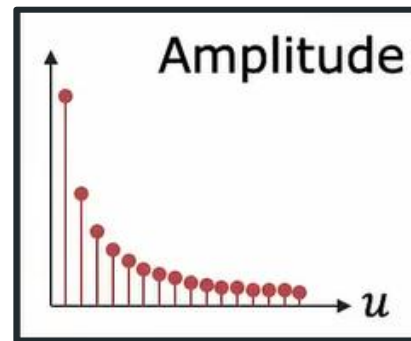
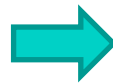
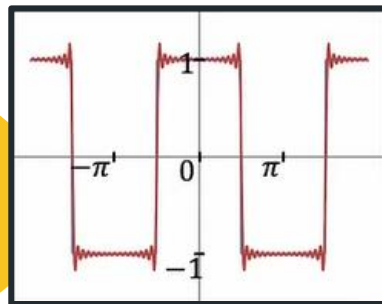


+



Fourier Transform

DFT



Biểu diễn hàm tính hiệu liên tục $f(x)$
theo **Biên độ** và **Pha** của tổng các hàm **Sin** tạo nên nó

$f(x)$



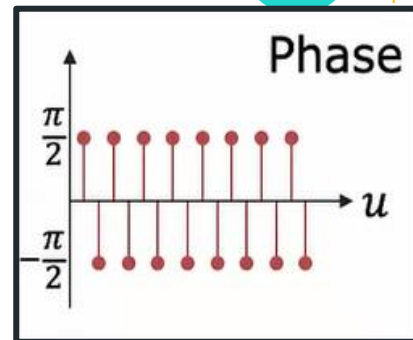
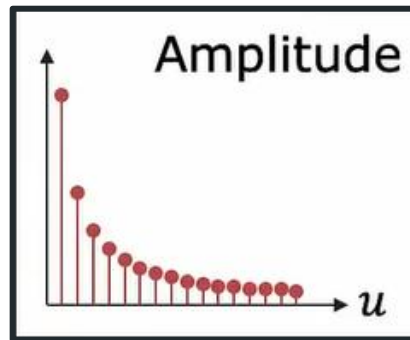
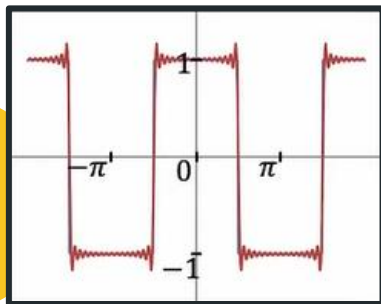
FT



$F(u)$

DFT

Fourier Transform



Từ $F(u)$ ta có thể tính toán ngược lại được $f(x)$

$f(x)$



IFT

$F(u)$

Fourier Transform:

$$F(u) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{-i2\pi ux} dx$$

x : giá trị trong miền không gian

u : giá trị trong miền tần số

$$i = \sqrt{-1}$$

Inverse Fourier Transform:

$$f(x) = \int_{-\infty}^{\infty} F(u) e^{i2\pi ux} du$$

Biểu diễn Fourier Transform sử dụng số phức

Công thức Euler:

$$e^{i\theta} = \cos \theta + i \sin \theta$$

+

Số thực: $C = R + iI$

Với: $j^2 = -1$

R: giá trị thực

I: giá trị ảo



$$F(u) = R(u) + j I(u)$$

$$\text{Biên độ: } A(u) = \sqrt{R^2(u) + I^2(u)}$$

$$\text{Pha: } \varphi(u) = \tan^{-1} \left(\frac{I(u)}{R(u)} \right)$$

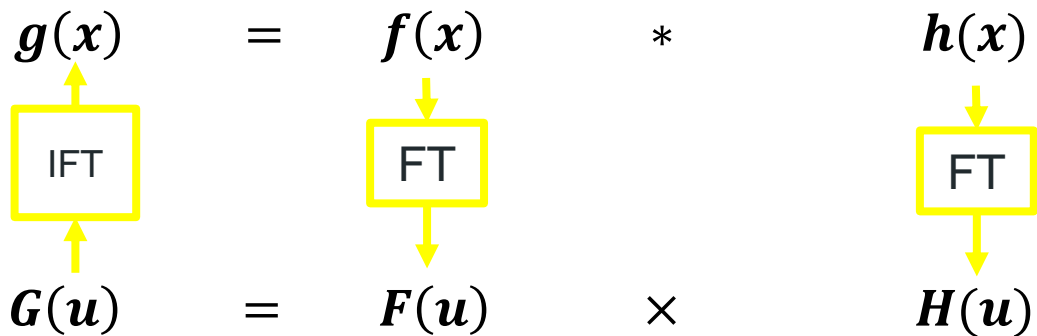
$$\text{Công suất: } P(u) = R^2(u) + I^2(u)$$

Tính chất của Fourier Transform

Tính chất	Miền không gian	Miền tần số
Tuyến tính	$\alpha f_1(x) + \beta f_2(x)$	$\alpha F_1(u) + \beta F_2(u)$
Tỉ lệ	$f(ax)$	$\frac{1}{ a } F\left(\frac{u}{a}\right)$
Phép dời	$f(a - x)$	$e^{-i2\pi u} F(u)$
Tính vi phân	$\frac{d^n}{dx^n} (f(x))$	$(i2\pi u)^n F(u)$

Convolution và Fourier Transform

Miền không gian	Miền tần số
$g(x) = f(x) * h(x)$ <i>Phép tính chập</i>	$G(u) = F(u) H(u)$ <i>Phép nhân</i>
$g(x) = f(x) h(x)$ <i>Phép nhân</i>	$G(u) = F(u) * H(u)$ <i>Phép tính chập</i>



2D Fourier Transform

$$F(u, v) = \iint_{-\infty}^{\infty} f(x, y) e^{-i2\pi(ux+vy)} dx dy$$

u, v tương ứng là giá trị tần số dọc theo x, y

2D Inverse Fourier Transform

$$f(x, y) = \iint_{-\infty}^{\infty} F(u, v) e^{i2\pi(ux+vy)} du dv$$

2D Discrete Fourier Transform:

$$F[p, q] = \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} f[m, n] e^{-i2\pi pm/M} e^{-i2\pi qn/N}$$

$$\begin{aligned} p &= 0 \dots M-1 \\ q &= 0 \dots N-1 \end{aligned}$$

p, q tương ứng là giá trị tần số dọc theo M, N
với ảnh đầu vào có kích thước $M \times N$

2D Inverse Discrete Fourier Transform:

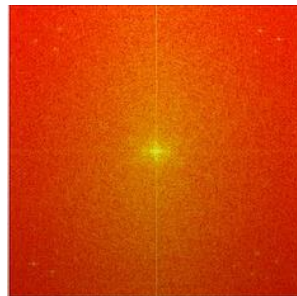
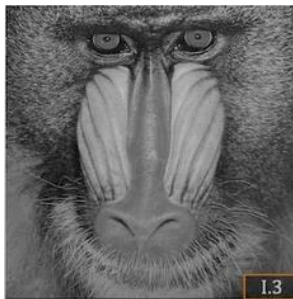
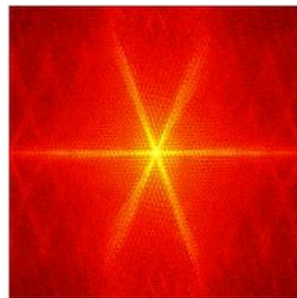
$$f[m, n] = \frac{1}{MN} \sum_{p=0}^{M-1} \sum_{q=0}^{N-1} F[p, q] e^{i2\pi pm/M} e^{i2\pi qn/N}$$

$$\begin{aligned} m &= 0 \dots M-1 \\ n &= 0 \dots N-1 \end{aligned}$$

$$f(m, n)$$



$$\log|F(p, q)|$$



Min

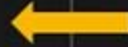
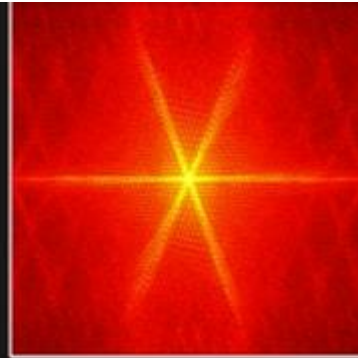
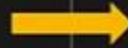


Max

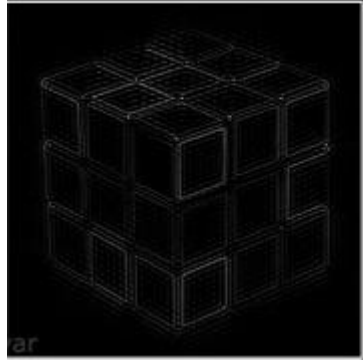
$f(m, n)$



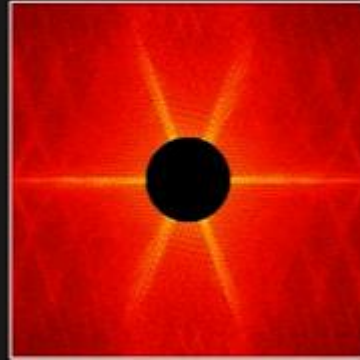
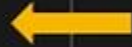
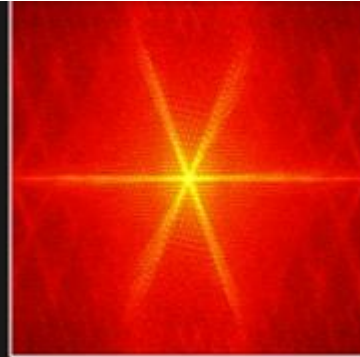
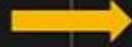
$\log|F(p, q)|$



$$f(m, n)$$



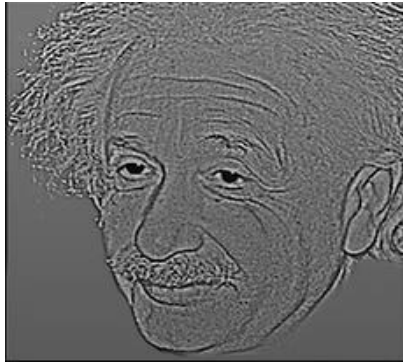
$$\log|F(p, q)|$$



Low Freq Only



High Freq Only

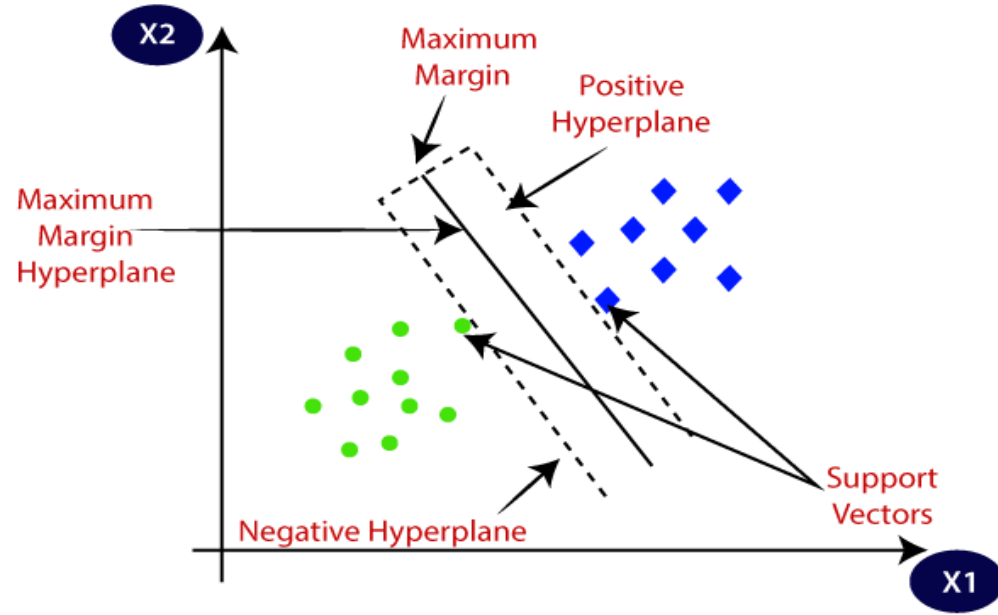


Hybrid (Sum) Image

Nguồn:

First Principles of Computer Vision <https://www.youtube.com/watch?v=OOu5KP3Gvx0>

SVM



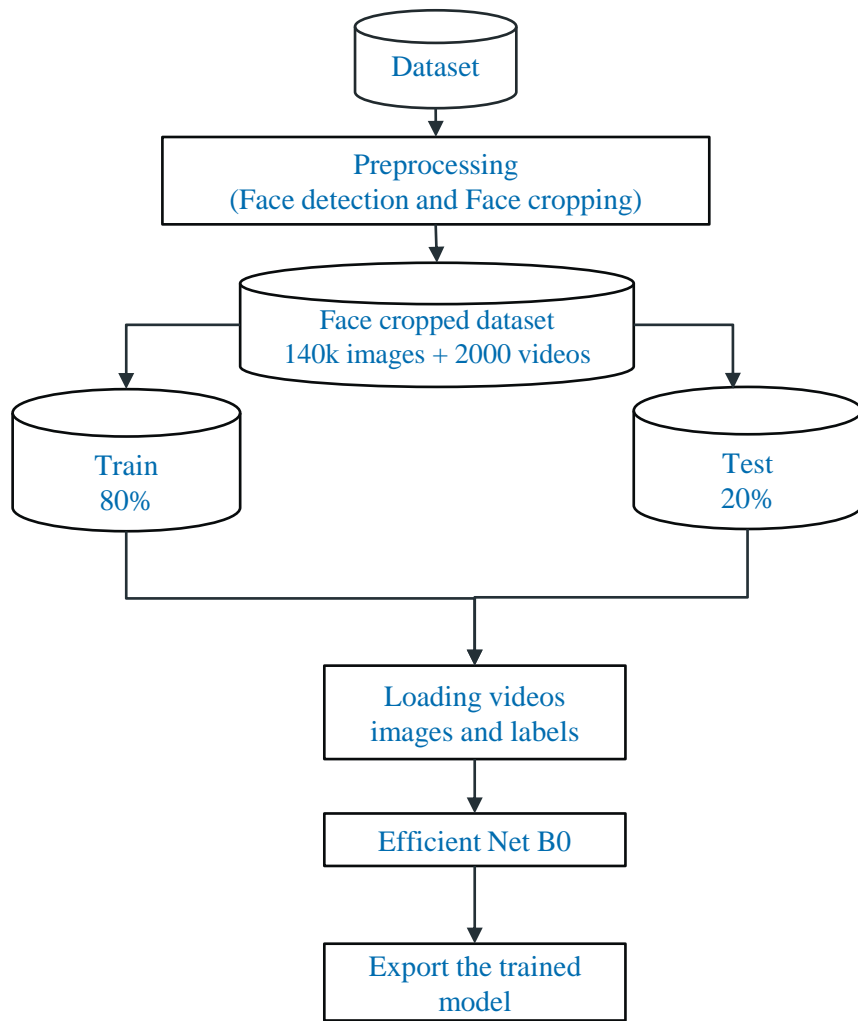
- Thuật toán học có giám sát sử dụng bài toán phân lớp (Phù hợp với dataset)
- Cho kết quả cao cho bài toán phân lớp dữ liệu có 2 lớp (Real và Fake)

The background is white and decorated with various geometric shapes. In the top-left, there is a large orange circle with a dashed red outline, overlapping a solid yellow circle. Below the yellow circle is a small pink circle. In the top-right, there is a green circle with a white center, a small orange circle, and a lime green circle with a dashed yellow outline. In the bottom-left, there is a green circle with a dashed green outline, a large lime green circle, and a small cyan circle. In the bottom-right, there is a large cyan circle with a white center and a cyan circle with a dashed blue outline. In the center, the text '4.2' is enclosed in a large dashed light blue circle.

4.2

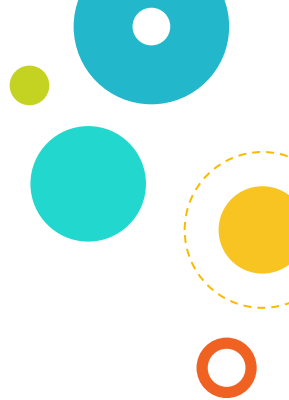
EfficientNet

Training



A decorative graphic on the left side of the slide featuring several overlapping circles in pink, orange, yellow, green, and blue. Some circles have dashed outlines. The text 'EfficientNet' is written in a bold, black, sans-serif font inside the large pink circle.

EfficientNet

- Mạng Nơ-ron tích chập (Convolutional Neural Networks - ConvNets) thường được phát triển với ngân sách tài nguyên cố định và sau đó được thu phóng để có độ chính xác tốt hơn nếu có nhiều tài nguyên hơn.
 - Bởi vậy nên nhóm tác giả Mingxing Tan và Quoc V. Le đã nghiên cứu một cách có hệ thống và nhận thấy rằng việc cân bằng một cách có hệ thống độ sâu, chiều rộng và độ phân giải mạng có thể mang đến hiệu suất tốt hơn.
- 
- A decorative graphic on the right side of the slide featuring several overlapping circles in blue, yellow, orange, and green. Some circles have dashed outlines.

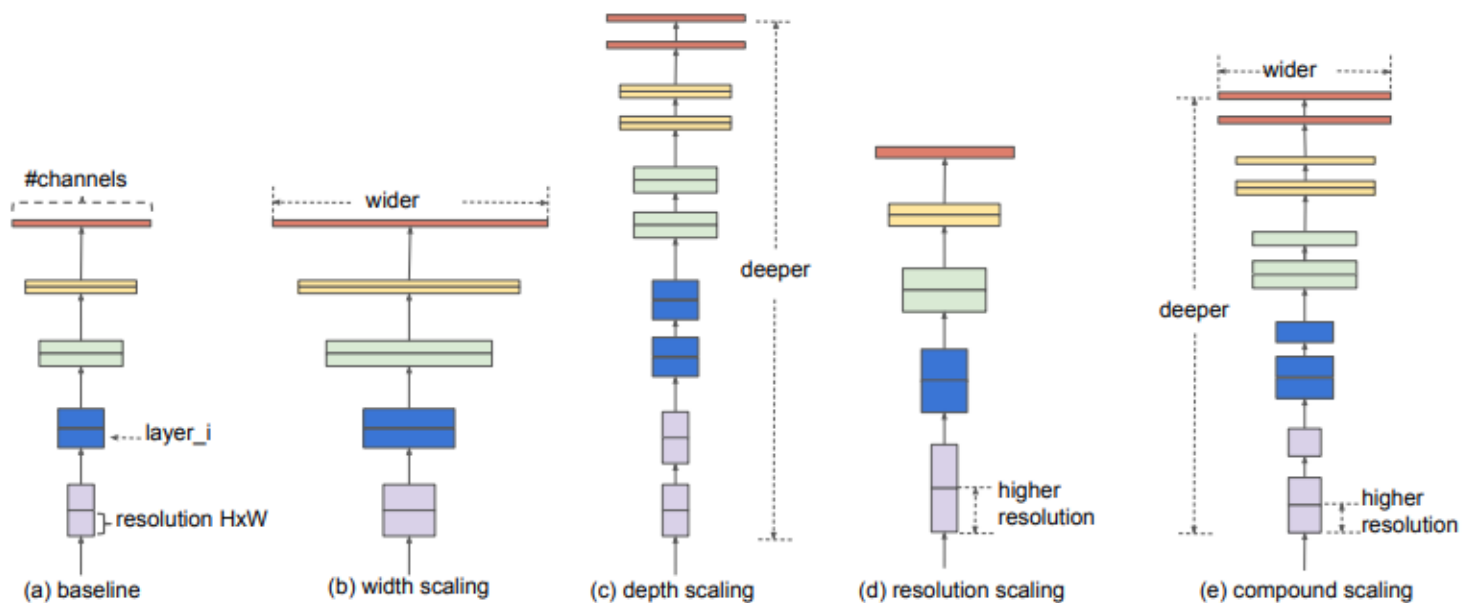


Figure 2. Model Scaling. (a) is a baseline network example; (b)-(d) are conventional scaling that only increases one dimension of network width, depth, or resolution. (e) is our proposed compound scaling method that uniformly scales all three dimensions with a fixed ratio.

Resolution Scaling

- Theo một cách trực quan, chúng ta có thể nói rằng trong một hình ảnh có độ phân giải cao, các đặc trưng sẽ có độ chi tiết cao hơn và do đó hình ảnh có độ phân giải cao sẽ hoạt động tốt hơn. Độ phân giải đầu vào cao hơn cung cấp hình ảnh chi tiết hơn và do đó nâng cao khả năng suy luận của mô hình về các đối tượng nhỏ hơn và trích xuất các mẫu mịn hơn





Width Scaling

Việc thu phóng theo chiều rộng của mạng (theo như trong hình minh họa ta có thể hiểu là thêm dữ liệu đầu vào) cho phép các lớp tìm hiểu các tính năng chi tiết hơn. Tuy nhiên, cũng như trường hợp tăng chiều sâu, tăng chiều rộng ngăn cản mạng học các tính năng phức tạp, dẫn đến giảm độ chính xác.



Depth Scaling

Tuy nhiên việc lạm dụng thu phóng theo chiều sâu có thể không cải thiện hiệu quả của mô hình, thậm chí có thể làm mô hình kém hiệu quả hơn so với mô hình ban đầu. Đúng là có một số lý do mà việc thêm nhiều lớp ẩn hơn sẽ cung cấp mức độ chính xác hơn cho mô hình. Tuy nhiên, điều này chỉ đúng với các tập dữ liệu lớn hơn, vì càng nhiều lớp với hệ số bước ngắn hơn sẽ trích xuất nhiều tính năng hơn cho dữ liệu đầu vào của bạn. Việc sử dụng một mô hình quá phức tạp với lượng dữ liệu không tương xứng, như ta đã biết, có thể gây ra hiện tượng Overfitting. Thêm nữa, các mạng sâu hơn có xu hướng bị **vanishing gradients** và trở nên khó đào tạo. Vậy nên không phải lúc nào, thu phóng theo chiều sâu cũng là sự lựa chọn thích hợp để cải thiện mô hình CNN.

- **Vanishing gradients** là vấn đề xảy ra khi huấn luyện các mạng nơ ron nhiều lớp. Khi huấn luyện, giá trị đạo hàm là thông tin phản hồi của quá trình lan truyền ngược. Các cập nhật thực hiện bởi Gradient Descent không làm thay đổi nhiều weights của các layer đó, khiến chúng không thể hội tụ và DNN sẽ không thu được kết quả tốt

Kiến trúc model

Efficient net B0

Stage i	Operator \mathcal{F}_i	Resolution $\tilde{H}_i \times \tilde{W}_i$	#Channels \tilde{C}_i	#Layers \tilde{L}_i
1	Conv3x3	224×224	32	1
2	MBConv1, k3x3	112×112	16	1
3	MBConv6, k3x3	112×112	24	2
4	MBConv6, k5x5	56×56	40	2
5	MBConv6, k3x3	28×28	80	3
6	MBConv6, k5x5	14×14	112	3
7	MBConv6, k5x5	14×14	192	4
8	MBConv6, k3x3	7×7	320	1
9	Conv1x1 & Pooling & FC	7×7	1280	1

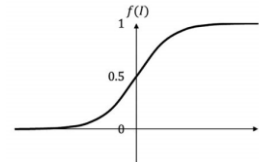
Global average pooling

4	3	1	5
1	3	4	8
4	5	4	3
6	5	9	4



4.3

Sigmoid function



Real

Fake

The background is white and decorated with various geometric shapes. In the top left, there is a large orange circle with a dashed red outline, partially overlapping a yellow circle. Below the yellow circle is a small pink circle. In the top right, there is a green circle with a white center, a small orange circle, and a yellow circle with a dashed green outline. In the bottom left, there is a green circle with a dashed green outline, a large yellow circle, and a small cyan circle. In the bottom right, there is a large cyan circle with a white center, a small cyan circle with a dashed blue outline, and a small cyan circle. A large, light blue dashed circle is centered in the upper half of the page.

5

Kết luận

KẾT LUẬN

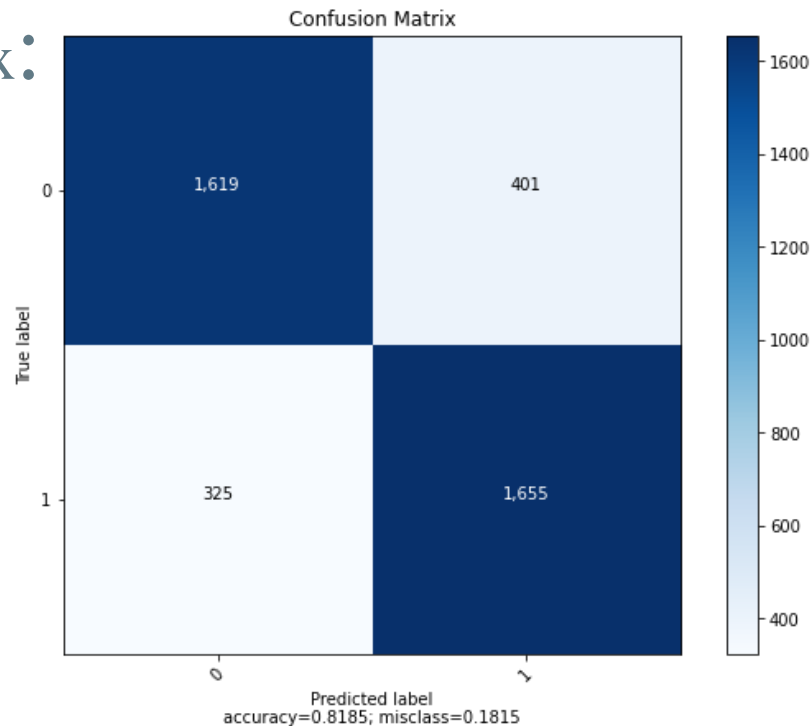
**DFR +
SVM**

Accuracy:



SVM: 0.8185

Confusion Matrix:



KẾT LUẬN

CNN

Deep learning Model	Dataset	Accuracy
ResNet	FaceForensics++	47.3%
EfficientNetB0	140k real and fake faces	92.45%
	FaceForensics++	91.32%
	Combination of 140k real and fake faces and FaceForensics++	96.77%



6


Hướng Phát Triển





**DFR +
SVM**

THỰC NGHIỆM HƯỚNG PHÁT TRIỂN

- Acc cao nhưng về face có những vết nhòe bất thường
 - Chưa detect được Deepfake dùng công nghệ, kỹ thuật cao
 - Mở rộng Dataset (mặt người từ nhiều quốc gia, dùng Deepfake công nghệ cao để tạo thêm fake data)
- 



CNN

THỰC NGHIỆM HƯỚNG PHÁT TRIỂN

- Model dự đoán khá chính xác với những người châu Âu và châu Mỹ.
- Tuy nhiên đối với những video chứa dân Châu Á thì model dự đoán ko được chính xác lắm tại dataset hơi ít mặt người châu Á.
- Model dự đoán với những video sử dụng công nghệ kỹ thuật deepfake tiên tiến thì predict tương đối đúng.
- Mở rộng Dataset (mặt người từ nhiều quốc gia, dùng Deepfake công nghệ cao để tạo thêm fake data)
- Nâng cấp là thêm phần chọn khuôn mặt trong video mà mình detect là real hay fake và sẽ thêm tính năng nhận diện real time.

Thanks!



Any questions?