INSTITUTO DE INFORMÁTICA
Universidade Federal de Goiás

Avanços na Clonagem de Voz: Uma Perspectiva do Sistema de Síntese de Fala TorToise

André Castro, Dayane Rodrigues, Lisandra Menezes e Michael Silva
Professor: Aldo André Dias Salazar

2023

INSTITUTO DE INFORMÁTICA
UFG

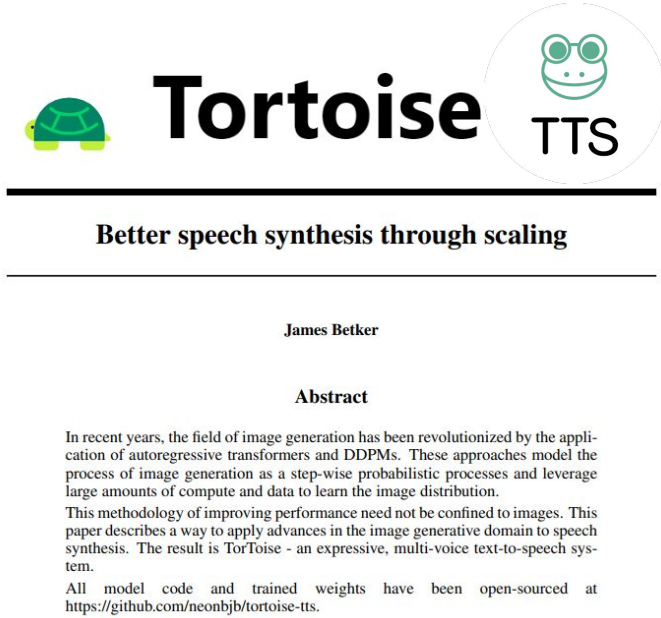
UFG
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

SUMÁRIO

Introdução

Introdução ao Desafio da Síntese de Fala

- **Objetivo:** Explorar Aplicações de Clonagem de Voz
- **TorToise:** O artigo de James Betker propõe o uso do sistema TorToise, utilizando técnicas de transformadores autoregressive e Modelos Probabilísticos de Difusão com Desruído (DDPMs) para criar uma síntese de fala que consiga ser expressiva e multi-voz.



Tortoise TTS

Better speech synthesis through scaling

James Betker

Abstract

In recent years, the field of image generation has been revolutionized by the application of autoregressive transformers and DDPMs. These approaches model the process of image generation as a step-wise probabilistic processes and leverage large amounts of compute and data to learn the image distribution.

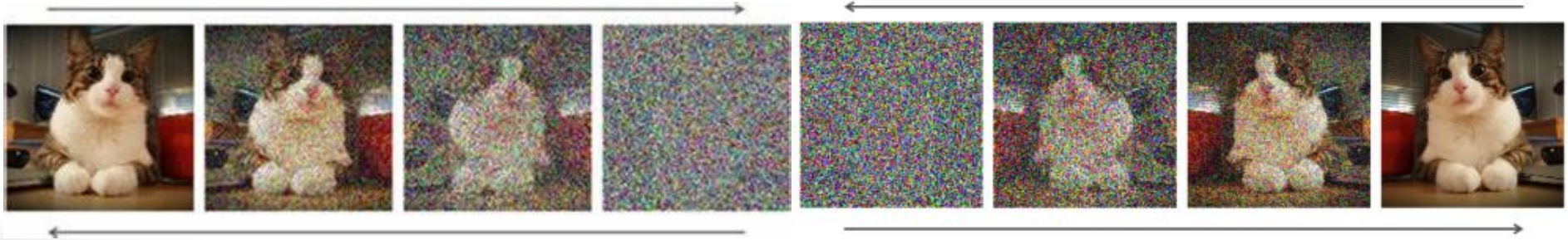
This methodology of improving performance need not be confined to images. This paper describes a way to apply advances in the image generative domain to speech synthesis. The result is TorToise - an expressive, multi-voice text-to-speech system.

All model code and trained weights have been open-sourced at https://github.com/neonbjb/tortoise-tts.

Fundamentos Teóricos

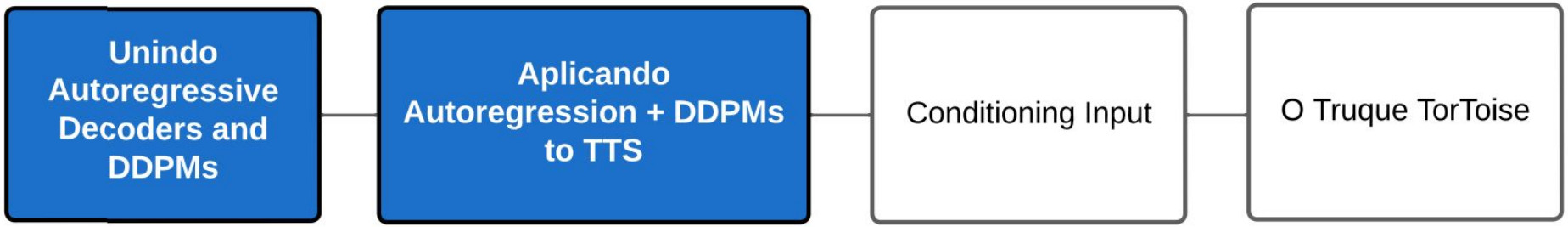
Fundamentos Teóricos da Metodologia TorToise

- Transformadores Autorregresivos: Estrutura poderosa para capturar a complexidade da fala, modelando dependências de longo alcance.
- DDPMs: Processo iterativo de difusão e *noise-free* que gera ondas sonoras realistas, partindo de ruído inicial e refinando até obter alta fidelidade.



Metodologia

Metodologia

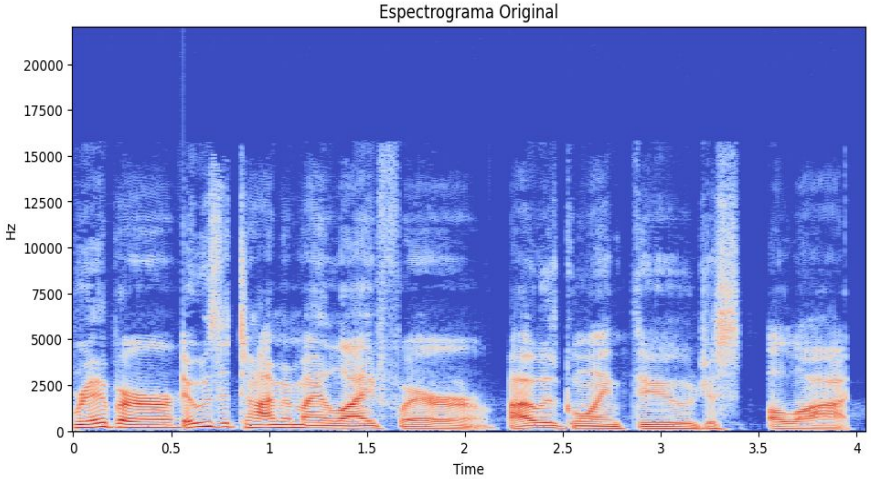


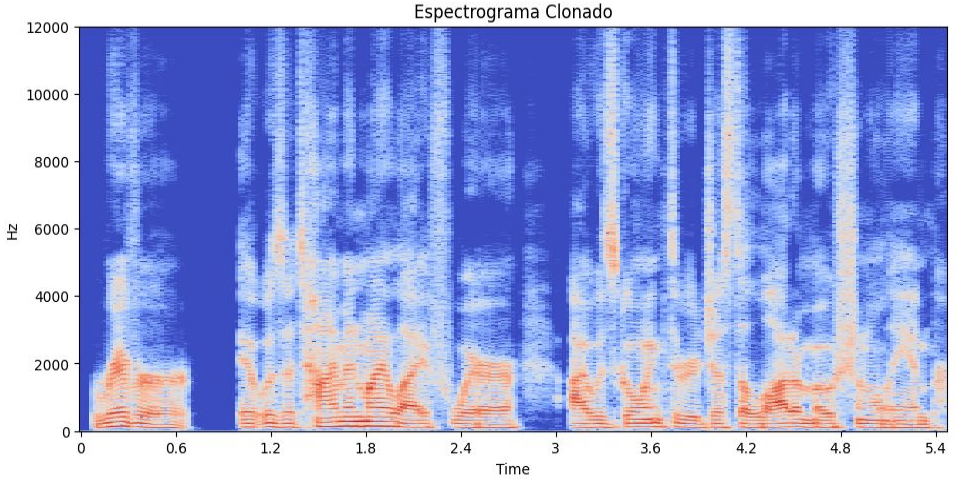
Resultados

Resultados

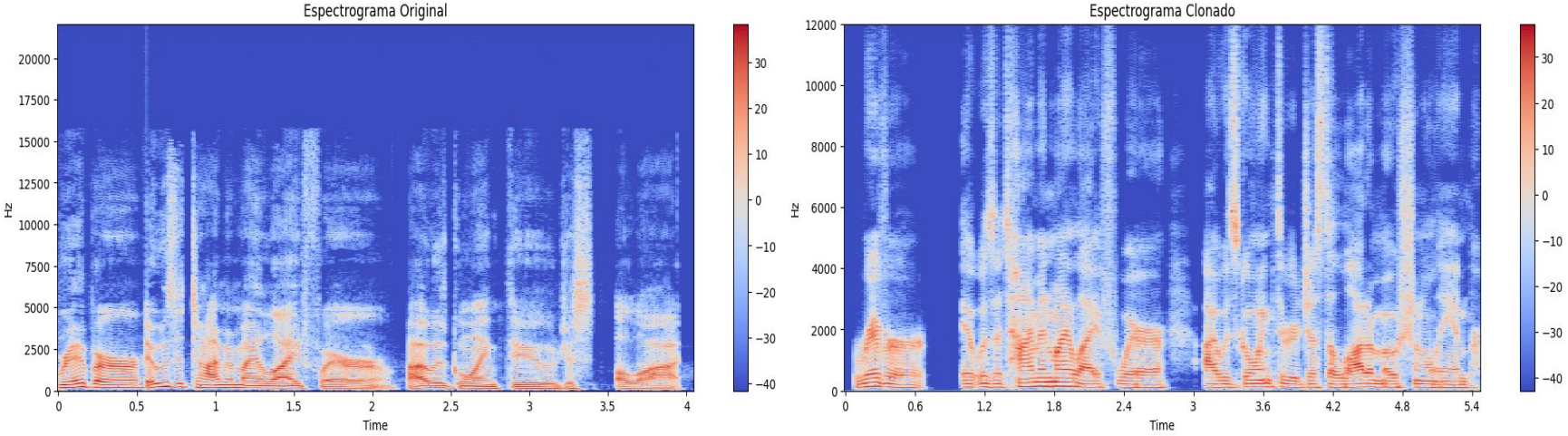
- Para esboçar nossos resultados utilizamos dos recursos apresentados em sala *espectrogramas*, *transformada de fourier* e uma abordagem complementar *Mel-frequency Cepstral Coefficients* (MFCCs);
- Ademais, apresentaremos três áudios um áudio original, a saber, um trecho extraído de uma entrevista da cantora norte-americana Miley Cyrus, um áudio com a voz clonada da artista contendo o mesmo conteúdo textual do áudio original, e um áudio da voz clonada com um conteúdo distinto.

Espectrogramas

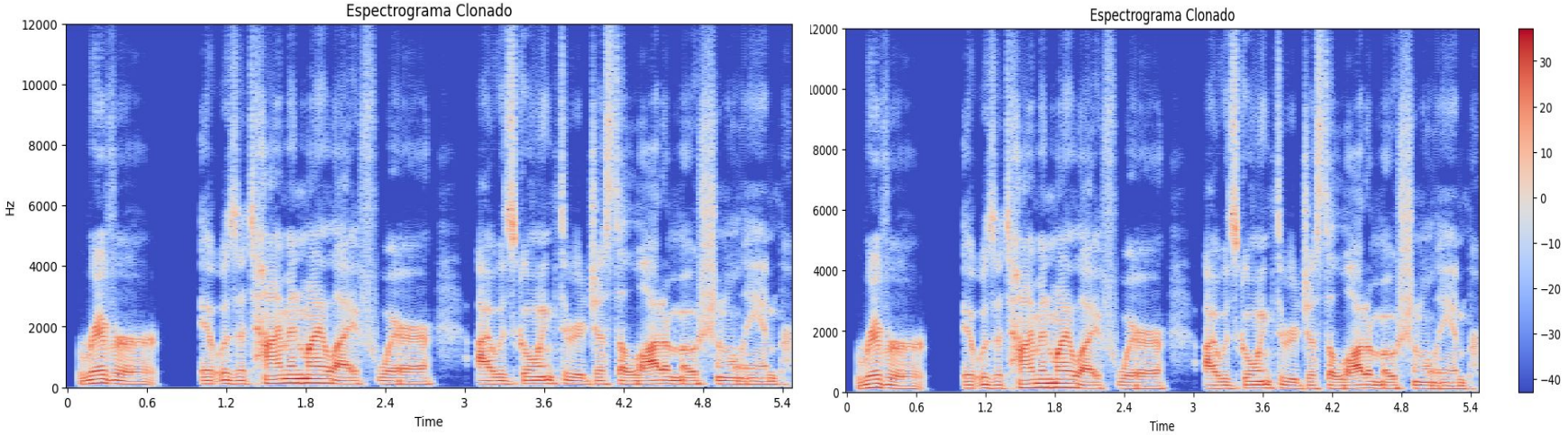




O espectrograma pode ser utilizado como uma representação visual do espectro de frequência do sinal ao longo do tempo. Na primeira dupla temos uma comparação entre o áudio original vs o áudio clonado com o mesmo conteúdo. Pode-se analisar, a partir dessa representação, características como entonação, timbre e qualidade sonora.



Na segunda dupla temos uma comparação entre o áudio original vs o áudio clonado com o mesmo conteúdo. Vemos determinados padrões de frequência entre os áudios clonados e o áudio original, que podem demonstrar similaridades entre as características da fala. Tais padrões na imagem, que se repetem, manifestam-se por meio da recorrência de cores e ondas do sinal.

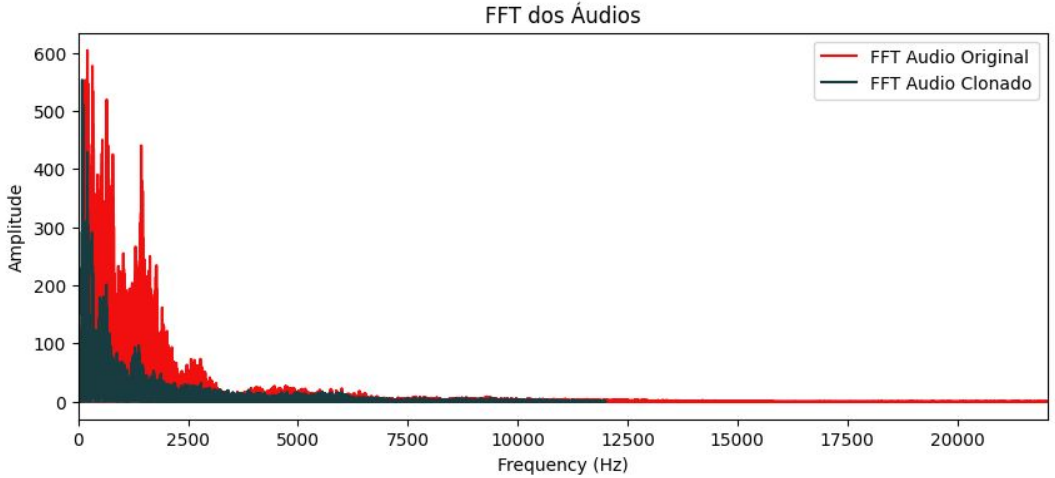


Por fim, uma comparação entre os áudios clonados.

Destaca-se que o processo de clonagem resulta em uma leve redução da frequência; no áudio original, a frequência máxima atinge aproximadamente 150.000 Hz, ao passo que o clone apresenta um limite de até 120.000 Hz.

Transformada de Fourier

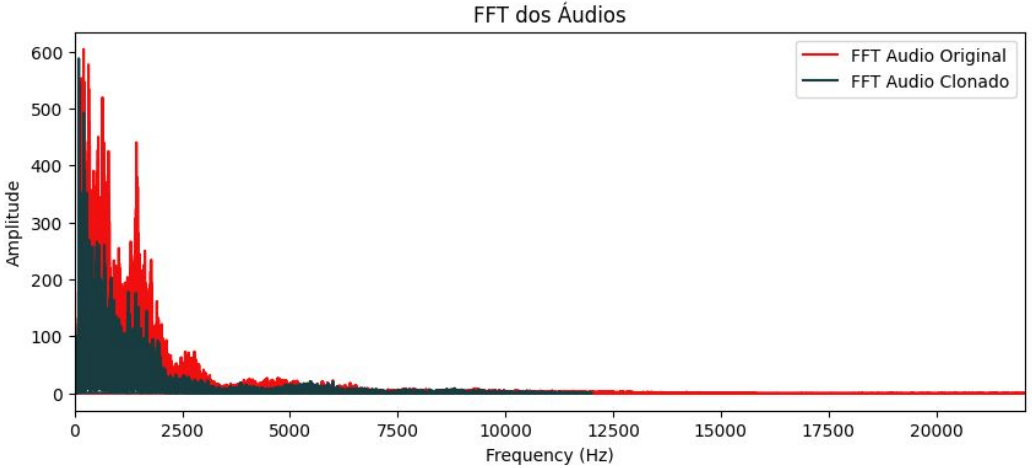
Outra abordagem é a representação do espectro de frequência, mediante o emprego da Transformada de Fourier. Assim como no espectrograma, o interesse reside na compreensão da similaridade entre a voz original e a clonada, contendo conteúdo textual similar ou distinto do áudio original.



Comparação áudio original (vermelho) e áudio clonado com conteúdo diverso (azul).

Transformada de Fourier

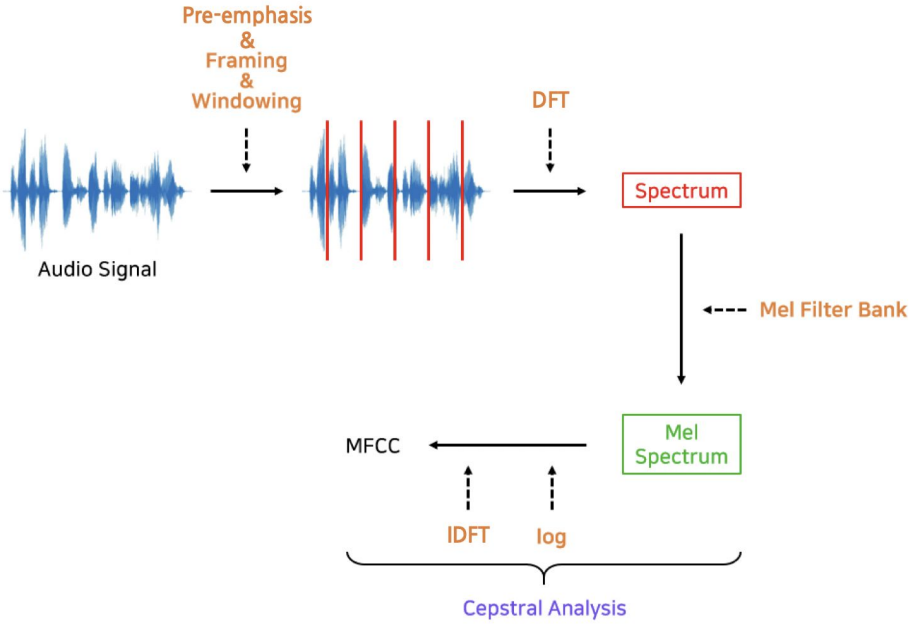
Observamos uma aproximação e similaridade de padrões do áudio original com o clonado, porém, com magnitudes um pouco menores. Esse fenômeno sugere uma capacidade considerável do modelo em replicar as componentes fundamentais e harmônicas principais do sinal de voz original, sugerindo assim eficiência em capturar e recriar as características acústicas mais proeminentes e perceptíveis da voz.



Comparação áudio original (vermelho) e áudio clonado com o mesmo conteúdo do original (azul).

Coeficientes Cepstrais de Frequência Mel (MFCC)

- **Pré-ênfase e Janelamento:** Amplificação de altas frequências e divisão do sinal em frames.
- **Transformada de Fourier**: Conversão de cada frame para o domínio da frequência.
- **Filtro de Mel:** Aplicação de filtros que simulam a percepção auditiva humana.
- **Logaritmo da Energia:** Captura a percepção de intensidade sonora.
- **Transformada de Cosseno Discreta (DCT):** Decorrelação dos coeficientes e redução da dimensionalidade.



Áudios clonados

Forms para Participar do Desafio

acessa aqui:

Letícia

1 

2 

Edward

1 

2 

Desafios

Áudio original - Miley Cyrus em entrevista

Áudios clonados

Conclusão

Conclusão

- Análises demonstram que o modelo TorToise consegue imitar eficazmente as características fundamentais da voz original, apesar de variações nas magnitudes das frequências.
- A precisão na clonagem de voz é confirmada pelo valor MFCC de 0.105, refletindo a eficácia do sistema TorToise em capturar as nuances da voz original.
- O sucesso do TorToise na síntese de fala evidencia o avanço das técnicas de IA na clonagem de voz, apesar de limitações pontuais.

Obrigado!


INSTITUTO DE
INFORMÁTICA
UFG


UFG
UNIVERSIDADE
FEDERAL DE GOIÁS