# 一文看Sora技术推演

📌 周文猛 魔搭ModelScope社区 *2024-02-19 21:53*

原文地址：https://mp.weixin.qq.com/s/3RnrO7fSMizEl3mN3SXG5w

https://openai.com/sora 工作一出，引起社会各界广泛关注。中美AI的差距进一步扩大，中美人才培养体系的差距等等言论，甚嚣尘上。

其实文生视频领域，华人学者和产业界的参与度还是非常高的，包括魔搭社区的VGen (https://modelscope.cn/models/iic/i2vgen-xl/summary) 系列， HeyGen在数字人场景也得到了大家的认可，清华的朱军老师团队在diffusion transformmers结合场景也深耕多年有很多的产出，例如U-Vit (https://github.com/baofff/U-ViT) 工作。 那么Sora到底是谁做的，怎么做的，本篇文章将从Sora的technical report进行详细分析，给出大致的技术猜测。 同时我们也相信国内同行在有着深厚积累的情况下，也能百家争鸣，紧追不舍。

## Sora作者

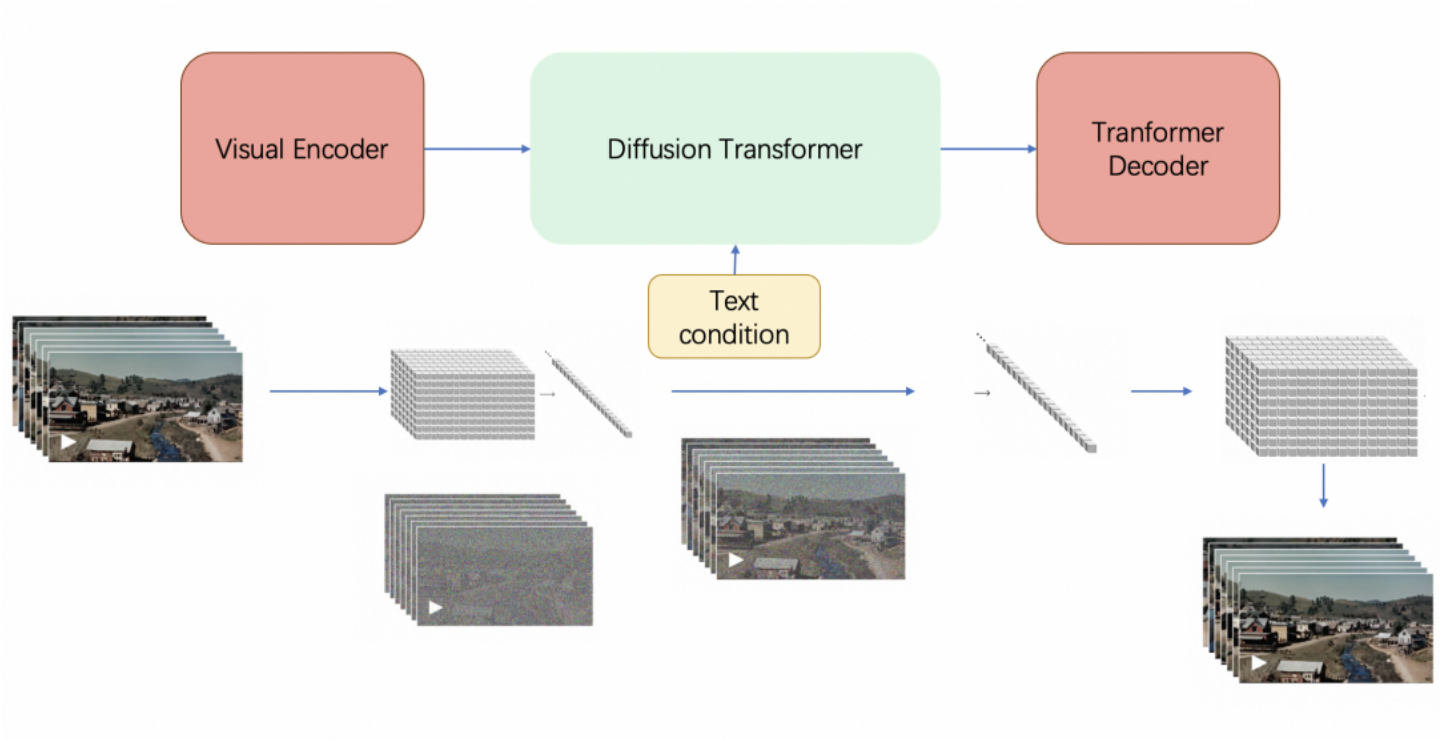

Sora的核心作者是Bill Peebles(https://www.wpeebles.com/)和Tim brooks(https://www.timothybrooks.com/about/)，Bill Peebles 在伯克利人工智能研究所完成了博士学位，导师是Alyosha Efros。在此之前，他在麻省理工学院攻读本科，指导老师是Antonio Torralba。他曾在FAIR、Adobe研究院和NVIDIA实习。

Tim brooks 在伯克利人工智能研究所获得了博士学位，导师是Alyosha Efros，他是InstructPix2Pix的作者。在此之前他曾在谷歌工作，参与Pixel手机相机的研发，在NVIDIA从事视频生成模型的研究。

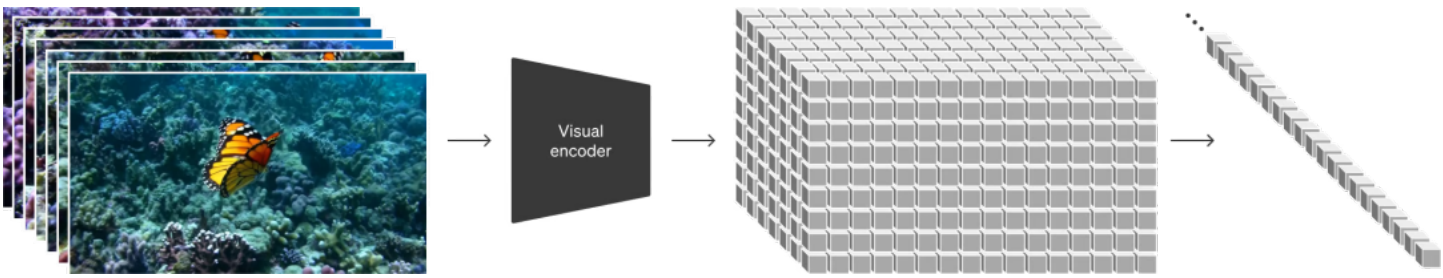
Sora团队的Leader是Aditya Ramesh(http://adityaramesh.com/)， 他是DALLE、DALLE2、DALLE3的主要作者。

# 模块拆解

## Overview




## Visual encoder




输入的视频可以看成是NxHxW的若干帧图像， 通过Encoder被切分成spatial tempral patch，这些patch最终会被flatten成一维向量，送入diffusion model。

这里的Encoder根据openai的资料来看可能是一个Video transformer，把输入的视频划分成若干个tuplet，每个tuplet会变成一个token，经过spatial temperal attention进行空间和时间建模获得有效的视频表征token，即上面灰色block部分。

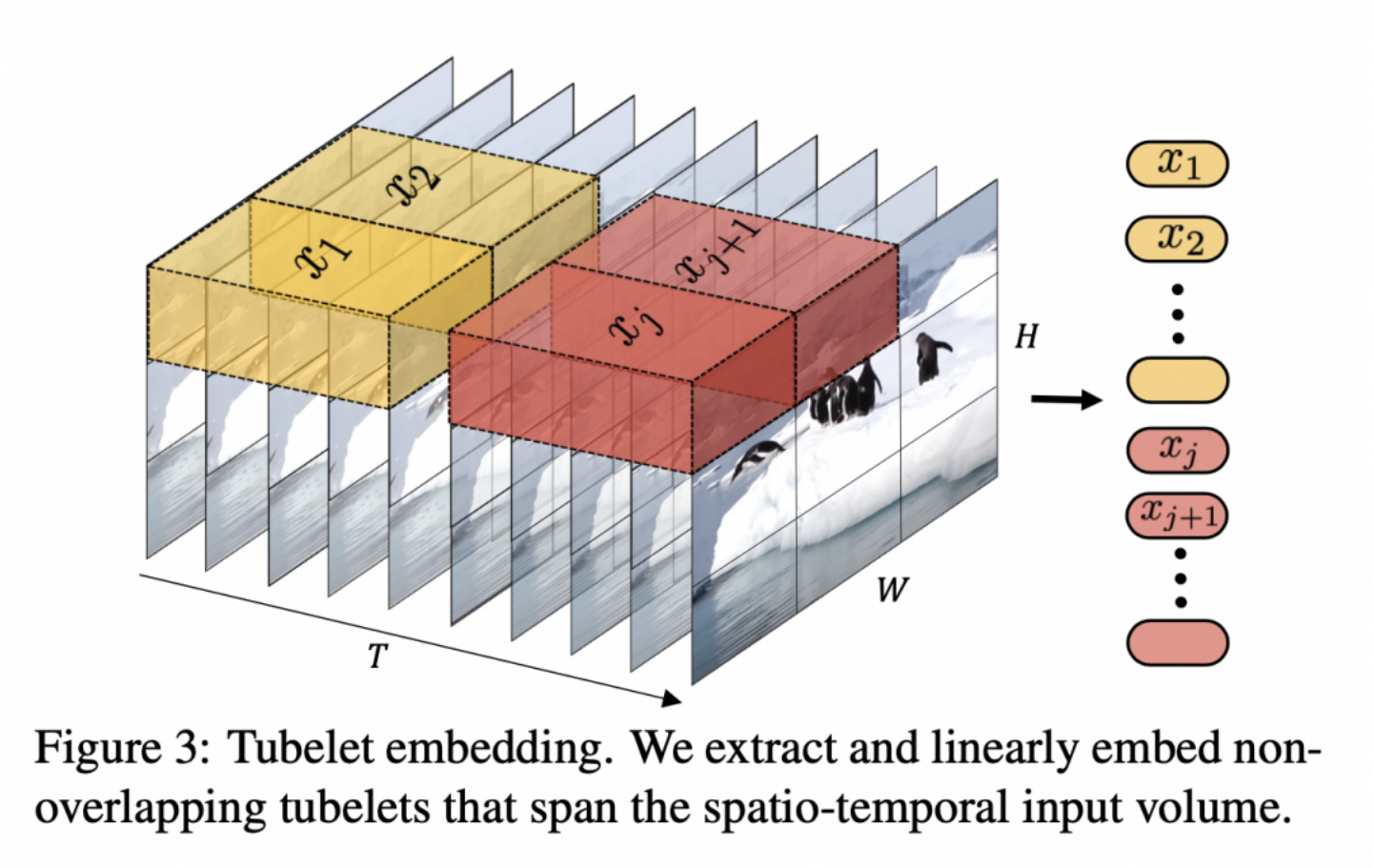
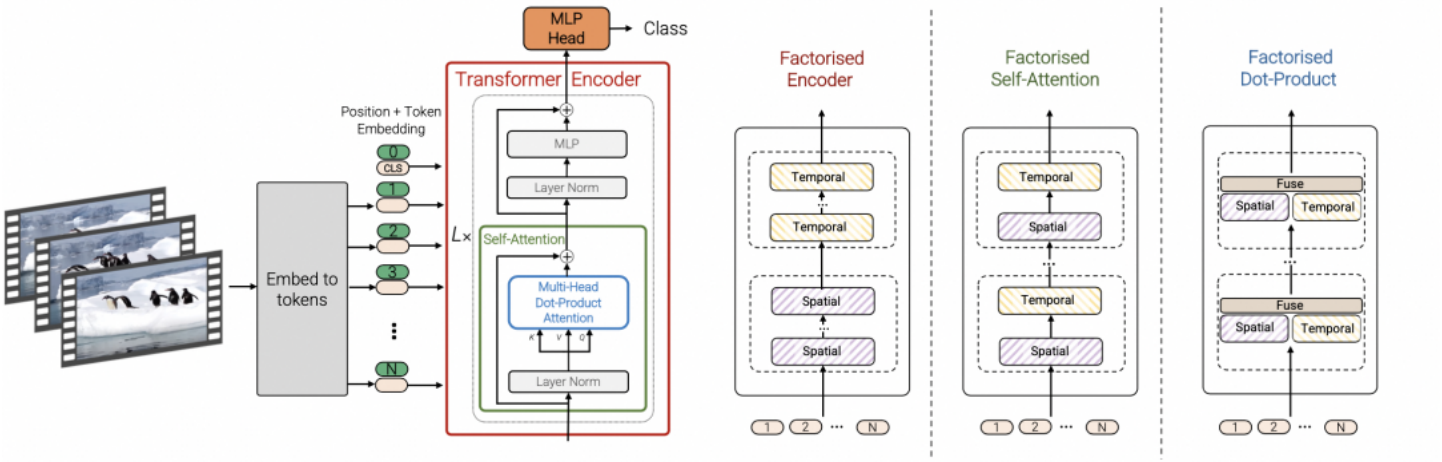



Figure 3: Tubelet embedding. We extract and linearly embed non-overlapping tubelets that span the spatio-temporal input volume.

*Arnab, Anurag, et al. "Vivit: A video vision transformer." Proceedings of the IEEE/CVF international conference on computer vision. 2021*

常见的encoder有如下几种范式，其中第一种是时空联合建模，通过spatial-tempral attention直接建模，这种方式在大数据量情况下效果最好，但是对于小的数据集，factorised方法将时间和空间解耦建模，相当于减少模型参数，会更容易训练和效果更好。基于openai大力出奇迹的惯性，我们推测他们采用了大量的数据，采用了时空联合建模的方式，进行了video encoder的训练。




*Source: Vivit: A video vision transformer*

根据Openai的report，Sora支持不同长度、不同分辨率的输入支持，可以推测在训练的时候，会使用不同分辨率、不同时长的视频进行训练，从而保证推理时在不同长度和分辨率上的效果。

## Variable durations, resolutions, aspect ratios

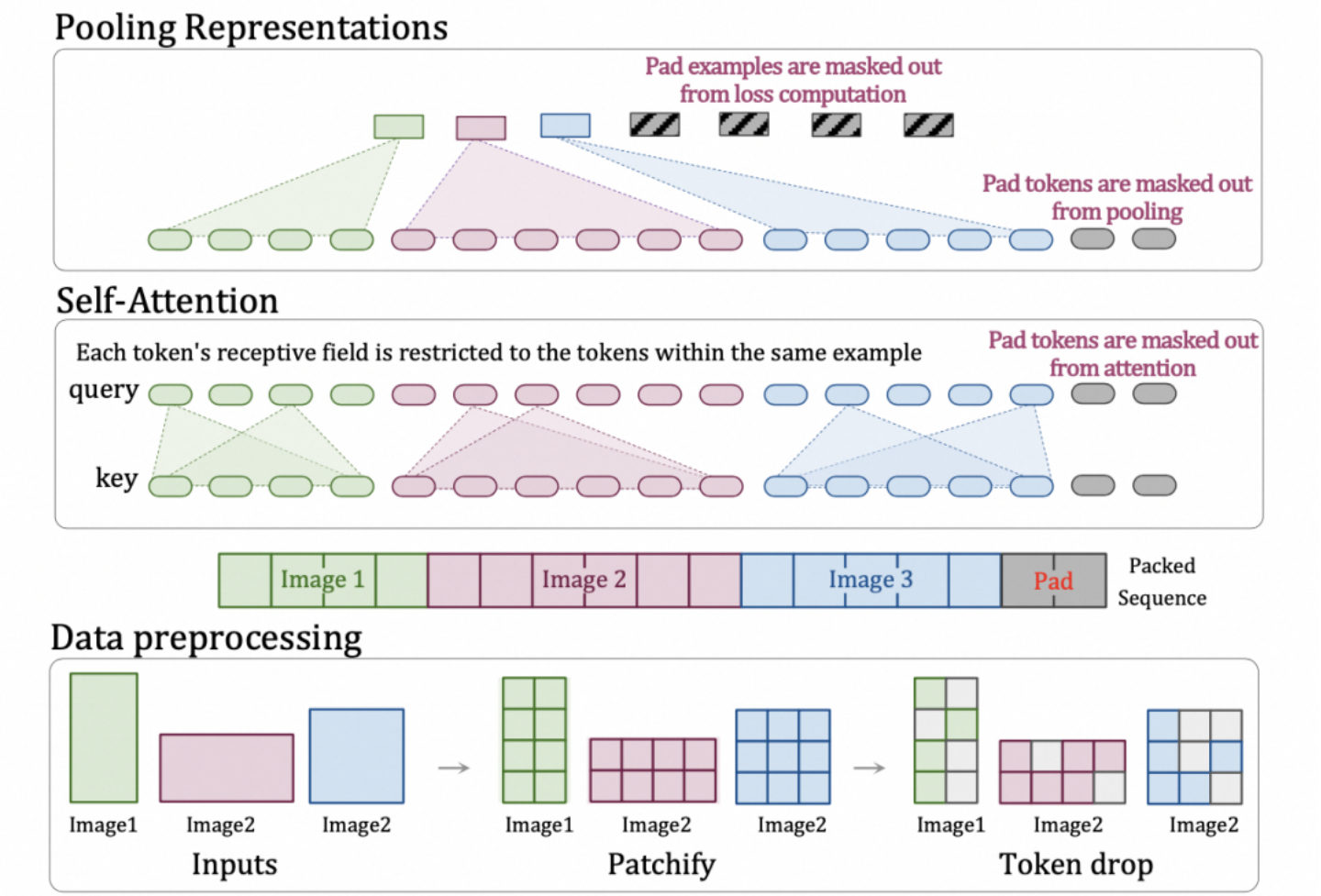
Past approaches to image and video generation typically resize, crop or trim videos to a standard size—e.g., 4 second videos at 256×256 resolution. We find that instead training on data at its native size provides several benefits.

### Sampling flexibility

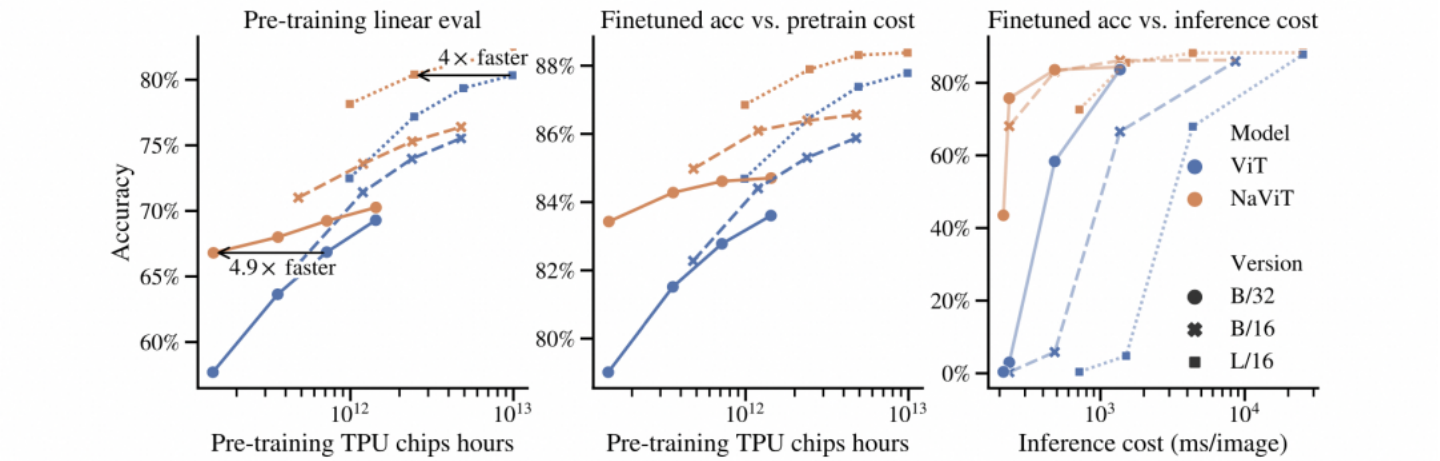
Sora can sample widescreen 1920×1080p videos, vertical 1080×1920 videos and everything inbetween. This lets Sora create content for different devices directly at their native aspect ratios. It also lets us quickly prototype content at lower sizes before generating at full resolution—all with the same model.

*source: https://openai.com/research/video-generation-models-as-world-simulators#fn-20*

但是不同的分辨率输入在训练时候带来的是大量的计算负载不均衡，一个最简单的做法就是直接padding到固定大小这种做大会引入大量不必要的计算量， 我们从openai的reference中推测他可能使用了google的NaVit里的技术降低了计算量，支持动态输入。具体展示如下：

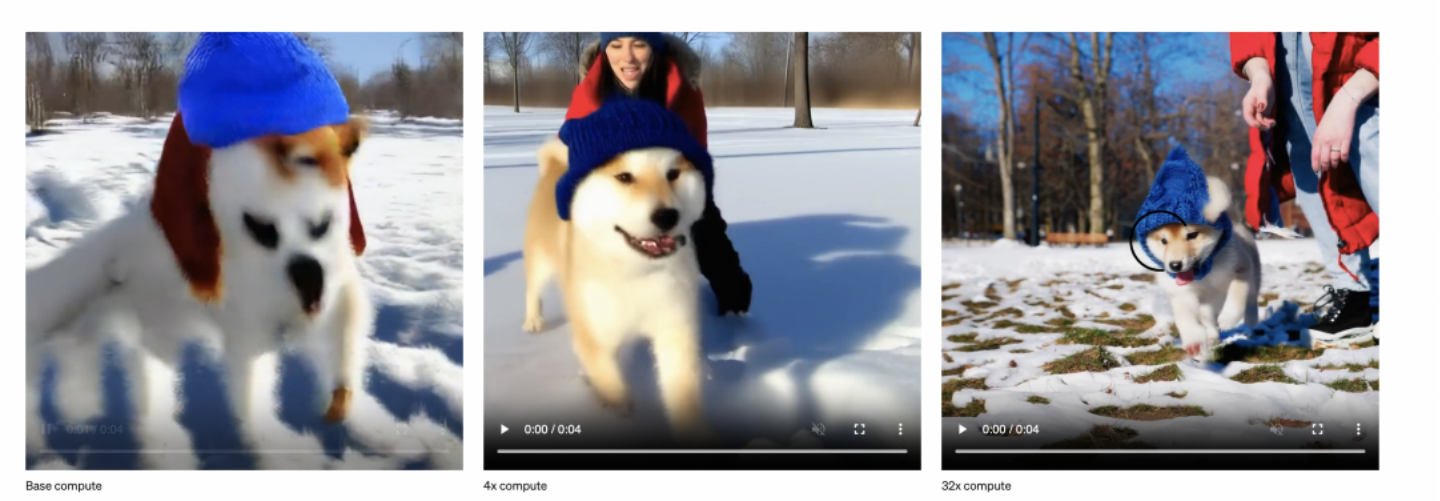



*Dehghani, Mostafa, et al. "Patch n'Pack: NaViT, a Vision Transformer for any Aspect Ratio and Resolution." arXiv preprint arXiv:2307.06304 (2023)*

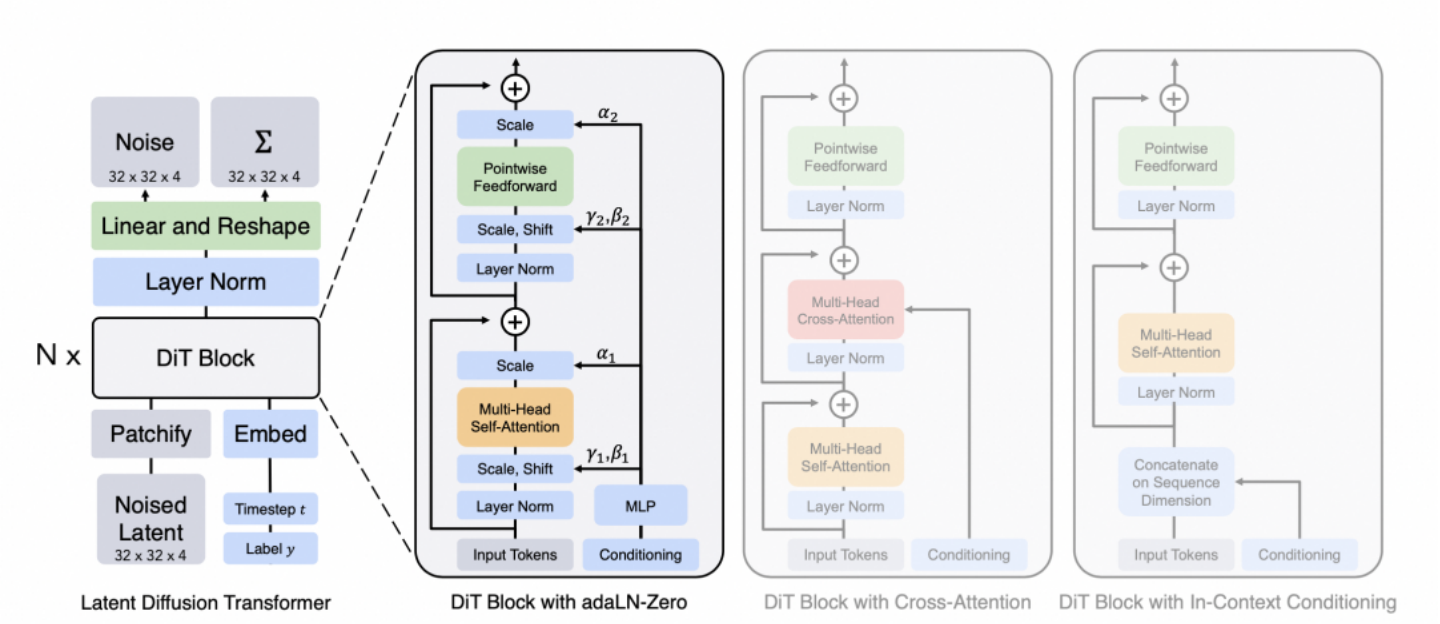



## Diffusion Transformer

Sora的主要作者是Peebles William，他在ICCV上发表了一篇Dit的工作，这篇工作是通过结合diffusion model和transformer，从而达到可以scale up model来提升图像生成质量的效果，这篇文章是在technical report的reference中给出，直观来讲把图像的scaling技术运用到视频场景也非常直观，可以确定是Sora的技术之一。下图也是openai用以展示scale up后视频生成质量有所提升。




下图展示了Dit的主要原理，输入是一张256x256x3的图片，对图片做切patch后经过投影得到每个patch的token，得到32x32x4的latent(在推理时输入直接是32x32x4的噪声)，结合当前的step t， 输入label y作为输入， 经过N个Dit Block通过mlp进行输出，得到输出的噪声以及对应的协方差矩阵，经过T个step采样，得到32x32x4的降噪后的latent。




*Peebles, William, and Saining Xie. "Scalable diffusion models with transformers." Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision. 2023*

## Transformer Decoder

“We also train a corresponding decoder model that maps generated latents back to pixel space.”

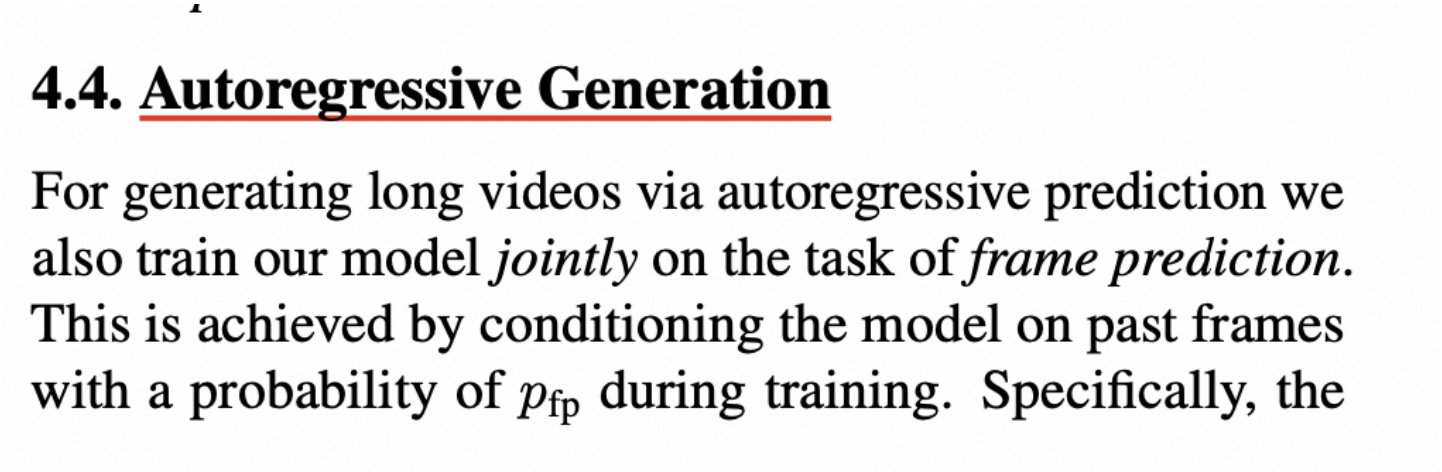
这里猜测使用了VAE的思想，结合前面训练得到的visual encoder，对应训练了一个visual decoder，把diffsuion transformer得到的latent decoder到像素空间。

## 如何保证长视频的质量

我们都被Sora中视频的长度以及视频的一致性所震撼，那么他是如何做到的？

首先训练数据一定是下了很多功夫，从report中我们也看到openai使用了类似DALLE3的cationining技术，训练了自己的video captioner，用以给视频生成详尽的文本描述，进行模型训练。

其次为了保证视频的一致性，模型层应该不是通过多个stage方式来进行视频预测，而是整体预测了整个视频的latent，同时在训练过程中应该引入了auto regressive的task来去帮助模型更好的进行视频特征和帧间关系的学习。具体可以参考谷歌的W.A.L.T ( *https://arxiv.org/abs/2312.06662* ) 工作：



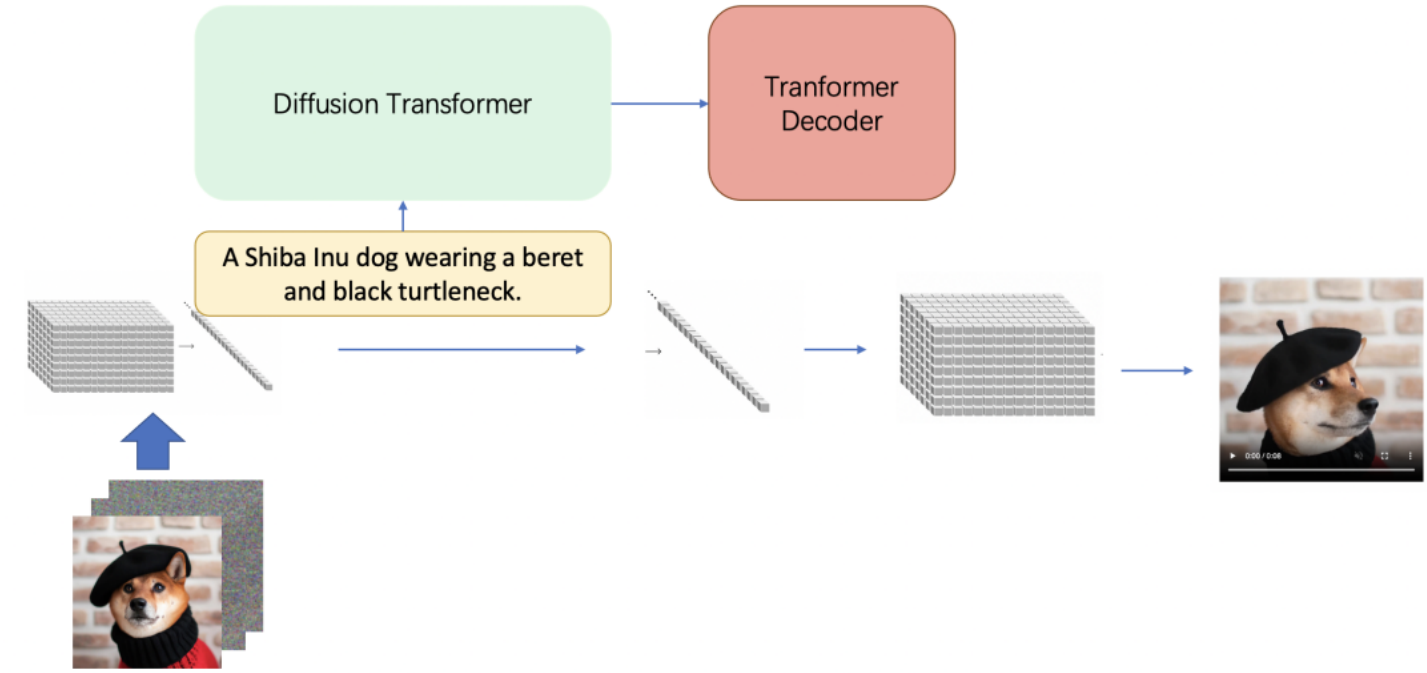
### 4.4. Autoregressive Generation

For generating long videos via autoregressive prediction we also train our model *jointly* on the task of *frame prediction*. This is achieved by conditioning the model on past frames with a probability of $p_{\text{fp}}$ during training. Specifically, the

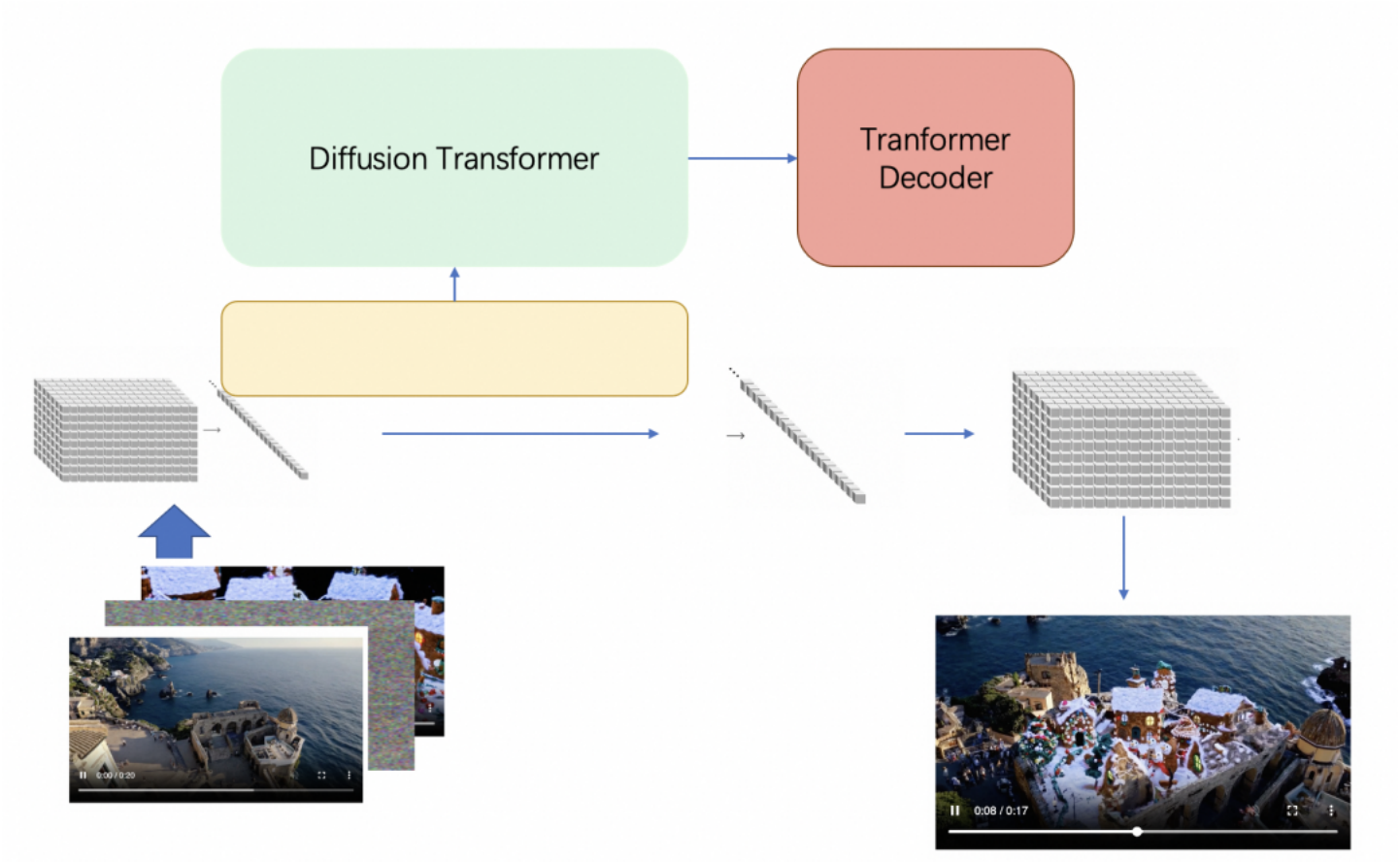
## 下游任务应用

openAI的网站上也提到了不同任务上Sora的使用和表现，那么背后到底是怎么做的呢？ 这个章节给出详细的介绍。

**文生视频/文+图生视频**




**视频补全**




## Computation Cost

一分钟长度、每秒30帧的视频，平均每帧包含256个token，总计将产生460ktoken，34B模型，需要7xA100资源推理

Dit XL 输入512x512， 训练需要TPU v3-256， 按照TFLOPS换算约等于5500个A100。 那么Sora需要的训练和微调的资源会是多少？

**Compute.** We implement all models in JAX [1] and train them using TPU-v3 pods. DiT-XL/2, our most compute-intensive model, trains at roughly 5.7 iterations/second on a TPU v3-256 pod with a global batch size of 256.

## Last but not Least

“AGI will be able to simulate the physical world, and Sora is a key step in that direction” by Tim brooks(https://www.timothybrooks.com/tech/)， 这句话说明当前的Sora还在通用世界模型的方向上努力和前进，但是还并没能完全达到理解物理世界的能力。

**开源社区加油，中国加油！**

## Reference


- Rombach, Robin, et al. "High-resolution image synthesis with latent diffusion models." *Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition*. 2022
- Peebles, William, and Saining Xie. "Scalable diffusion models with transformers." Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision. 2023
- Dehghani, Mostafa, et al. "Patch n'Pack: NaViT, a Vision Transformer for any Aspect Ratio and Resolution." *arXiv preprint arXiv:2307.06304* (2023)
- Arnab, Anurag, et al. "Vivit: A video vision transformer." *Proceedings of the IEEE/CVF international conference on computer vision*. 2021
- Gupta A, Yu L, Sohn K, et al. Photorealistic video generation with diffusion models[J]. arXiv preprint arXiv:2312.06662, 2023.
- Bao, Fan, et al. "All are worth words: a vit backbone for score-based diffusion models." *arXiv preprint arXiv:2209.12152* (2022).