



SITIAN PROJECT

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND Astronomy

# 人工智能与天文大模型

# StarGLM

国家天文台

李珣旸 王存是 白宇 Roberto Soria 刘继峰

2023/9

# 通用智能机器人(具身智能)

智元机器人

RAISE AI 远征A1

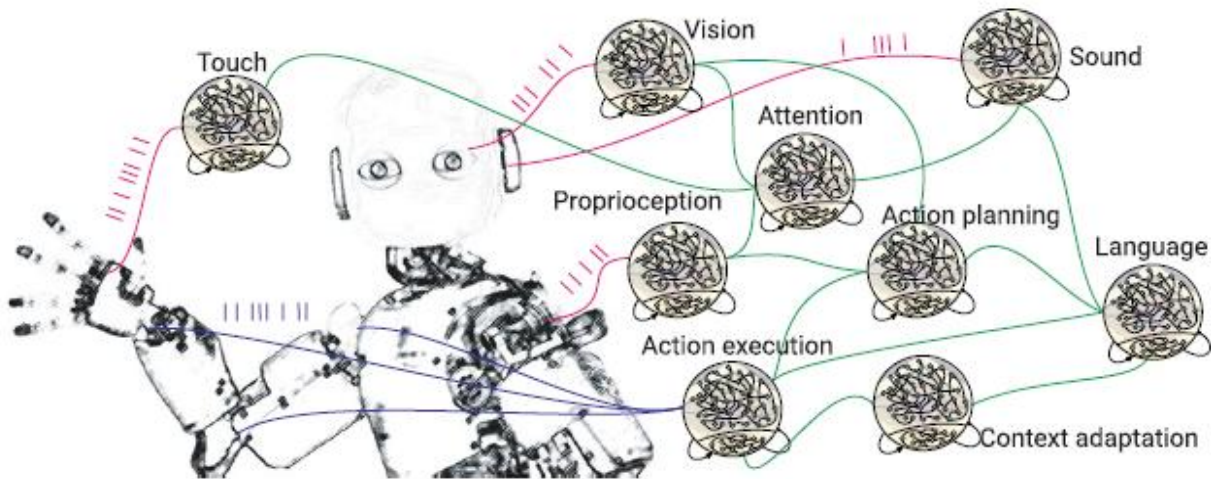
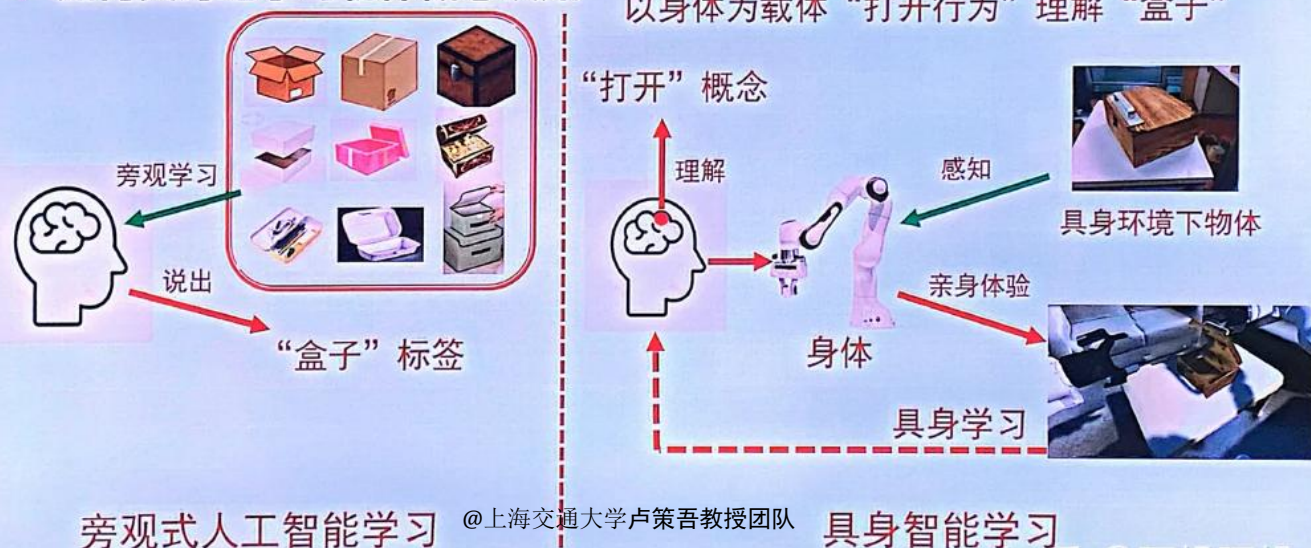
<b>AI算力</b> AI Computility	<b>传感器</b> Sensors	<b>具身智能</b> Embodied Intelligence		<b>身高</b> Height	<b>体重</b> Weight	<b>步速</b> Walk Speed
<b>200</b> Teraflops	RGBD相机 激光雷达 IMU 麦克风阵列	多模态感知 少样本学习 任务闭环 强人机交互		<b>175cm</b>	<b>55kg</b>	<b>7km/h</b>
			<b>自由度</b> DoF	<b>整机承重</b> Full Body Load	<b>单臂最大负载</b> Single Arm Load	
			<b>49+</b>	<b>80kg</b>	<b>5kg</b>	



《稚晖君独家撰文：具身智能即将为通用机器人补全最后一块拼图 | 甲子光年》

# 通用智能机器人(具身智能)

## 如何具身地学习物体概念认知



iCub picture ©IIT author Agnese Abrusci.

大模型时代的具身智能=>感知环境的设备(身)+驱动智能体的大模型(脑)



## 司天

工程是我国天文学家面向时域天文学所提出的“十五五”天文重大基础设施。一期计划在国内布置54台（18组）口径1米级的望远镜，每30分钟完成1万平方度天区的高精度三色“凝视”巡天。

具身智能=>感知环境的设备（身）+驱动智能体的大模型（脑）

司天工程=>用于观测的望远镜阵列（身）+驱动智能体的天文大模型（脑）

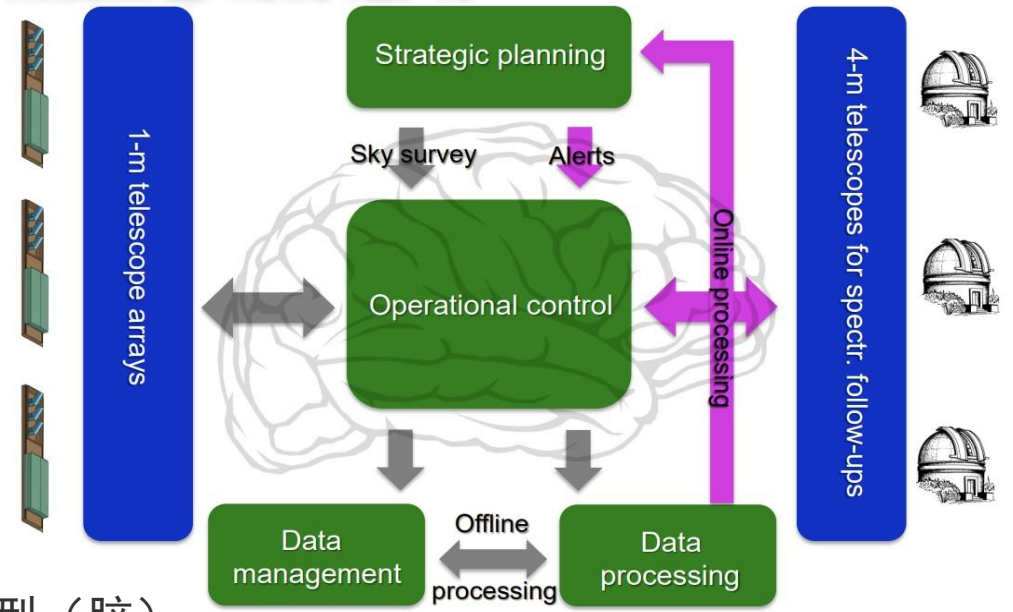


Figure 1: Structure of the SiTian project, with the connections between its main elements: the monitoring array, the spectroscopic follow-up telescopes, and the data processing/management brain.

# 大模型幻觉现象

Hallucinations of large language model

关于詹姆斯·韦布空间望远镜（JWST），我可以告诉我9岁孩子它有何新发现？

 Bard ✨: 第一张太阳系外行星的照片由JWST拍摄。

## 出师不利！谷歌Bard答题犯下事实性错误

2023-02-10 07:10 | 新浪财经官方账号

来源：媒体滚动

转自：科技日报

据英国《新科学家》网站10日报道，谷歌人工智能搜索工具Bard在推广活动中，在回答与詹姆斯·韦布空间望远镜有关的问题时犯下事实性错误，加剧了人们对这些工具还没有准备好集成到搜索引擎中的担忧。

英国牛津大学的凯莉莎·维兹表示，有证据表明，使用此类AI聊天机器人为网络搜索提供结果发生得太快了，“大规模制造错误信息的可能性很大”。

提问大语言模型特定专业问题时，常会出现幻觉(hallucination),即提供非事实但看似合理的预测。通过领域专业知识的数据集训练,可以有效的改善这种情况。

# 幻觉

# 大模型幻觉现象

Hallucinations of large language model

网易 | 网易号  
Q 顺丰通报38万劳力士手表遗失  
对话大框  
ChatGPT的致命性缺陷：让世界越来越模糊



## 直接调用已有通用模型？

### 出师不利！谷歌Bard答题犯下事实性错误

2023-02-10 07:10 | 新浪财经官方账号

来源：媒体滚动

转自：科技日报

据英国《新科学家》网站报道，谷歌人工智能搜索工具Bard在推广活动中，在回答与詹姆斯·韦布空间望远镜有关的问题时犯下事实性错误，加剧了人们对这些工具还没有准备好集成到搜索引擎中的担忧。

英国牛津大学的凯莉莎·维兹表示，有证据表明，使用此类AI聊天机器人为网络搜索提供结果发生得太快了，“大规模制造错误信息的可能性很大”。

#### 1.合法性：

- (1)国外模型不具备牌证，大规模提供使用违法
- (2)国内模型开源闭源模型效果差异接近

#### 2.垂直领域性能接近：

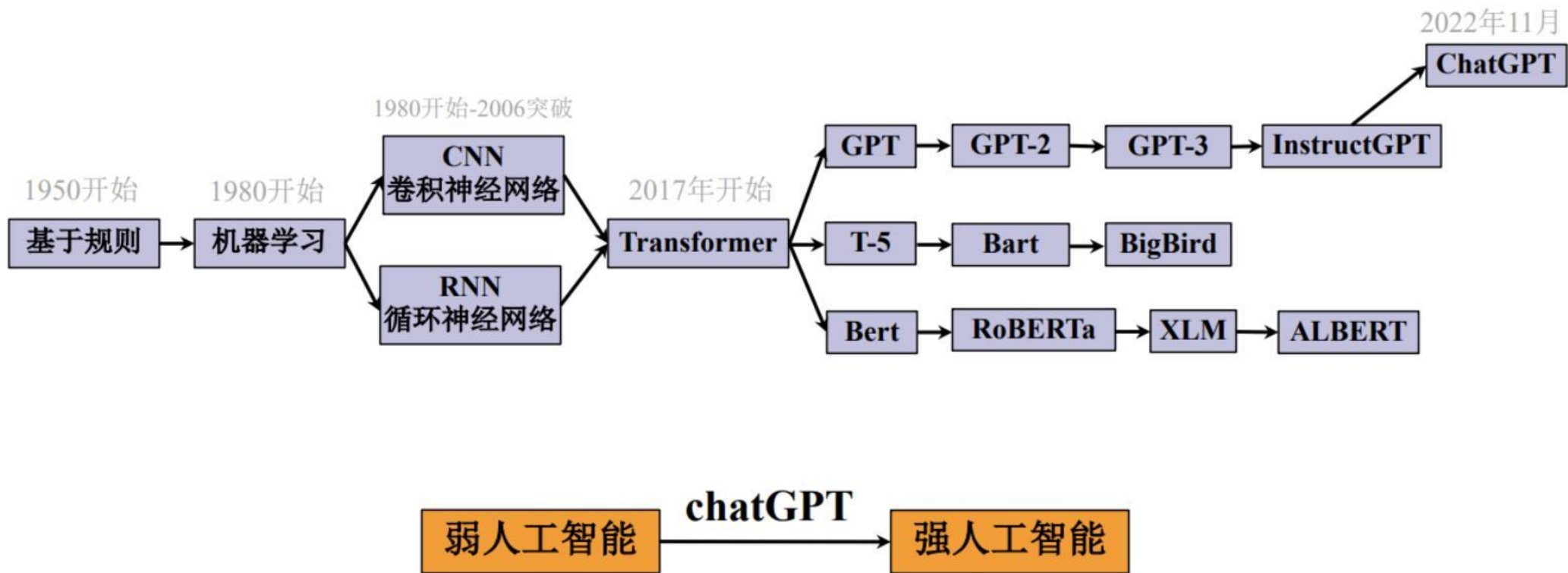
开源模型可定制化强，可通过监督微调、人工反馈强化学习、链接知识库等缓解幻觉，在领域任务上接近甚至优于GPT

#### 3.开源部署成本低：

- (1)量化后模型，笔记本即可部署
- (2)科研中大量使用需求（Agent），GPT开销巨大

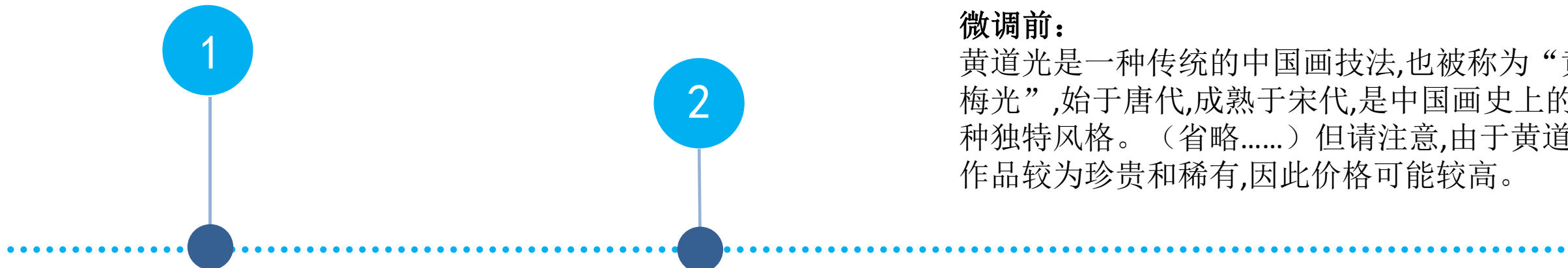
# 幻觉

# 强人工智能与ChatGPT



# 50W条天文对话数据微调

## (激活/注入天文知识)



人工标注数据

基础天文学+高等天文学

司天-变星知识项目【问答数据】

(南大、国科大、司天项目组)

基于开源数据整理的

GPT3.5/4数据

### 黄道光是什么？怎么才能看到？

**微调前：**

黄道光是一种传统的中国画技法,也被称为“黄梅光”,始于唐代,成熟于宋代,是中国画史上的一种独特风格。(省略.....)但请注意,由于黄道光作品较为珍贵和稀有,因此价格可能较高。

**微调后：**

黄道光 (Zodiacal light) 是指在夜空中靠近太阳的地方, 沿著黄道或黄道带泛出略呈三角形的白色微光。在北半球的中纬度地区, 最适合观察黄道光的时段是春季的暮光完全消失之后的西方天空, 或是秋季曙光出现之前的东方天空。因为黄道光非常黯淡, 月光或光污染很容易盖住黄道光。黄道光是被散布在太阳系内的尘埃粒子反射的太阳光, 因此其光谱与太阳光是相近的。(省略.....)



# 5W条高质量中文人工反馈强化学习数据 (DPO训练提升回复/引用质量)

3

直接偏好优化 (DPO)

(GPT4生成、人工标注数据)

什么是赫罗图，其有着怎样的物理含义？

**训练前：**  
赫罗图是描述恒星的光谱分类和亮度之间关系的图表。

**训练后：**  
赫罗图是一种用来表示恒星的光谱分类和亮度之间关系的图表。它显示了恒星的光谱类型、表面温度和亮度之间的关系。赫罗图的横轴表示温度，纵轴表示亮度，恒星在赫罗图上的位置是按照其光谱类型和表面温度而确定的。赫罗图将恒星分为七个主要类别，从最热的O型星到最冷的M型星。赫罗图是天文学和物理学中非常重要的工具，因为它帮助天文学家确定恒星的光谱类型、表面温度和光度等信息。

# 400篇专业书籍/文献+2W条天文长文本问答微调 (参考资料+提取能力)

数据来源:太空全书-美国国家地理百年探索珍贵图集

## 链接知识库

4

(经典天文书籍、筛选变星文献,  
司天-变星知识项目【文本数据】)

长文本问答/思维逻辑/文本总结

数据微调

5

## 宇宙微波背景辐射是什么?

宇宙微波背景辐射 (Cosmic Microwave Background, 简称CMB) 是大爆炸后产生的电磁辐射, 是宇宙中一种普遍存在于各个宇宙中的基本辐射。宇宙微波背景辐射的发现始于1964年, 由于微波背景辐射在宇宙中的普遍存在, 因此得到了观测到。宇宙微波背景辐射具有如下特点: 其温度低于任何可观测到的恒星, 其波长范围为微波和红外。目前, 科学家们认为暗能量可能存在于宇宙中, 并且暗能量的性质尚不清楚。宇宙微波背景辐射的发现提供了研究暗能量的重要线索, 并且对于揭示宇宙的性质和演化有重要意义。

- 宇宙微波背景辐射...
- 宇宙微波背景辐射!...
- 宇宙微波背景辐射:...
- 中国大百科全书 (...
- 太空全书-美国国...
- 环球科学: 天文学...

数据来源:太空全书-美国国家

身是银河系的一部分 (左下方), 而银河系属于本星系群 (左上方), 这些都 属于本超星系团 (右上方), 而我们已知最大的结构, 超星系团组成的宇宙长城, 贯穿于整个宇宙。宇宙微波背景辐射COSMIC MICROWAVE BACKGROUND有时候, 最重要的科学发现来源于意外: 宇宙微波背景辐射的发现就明确地被归为这一类。在19世纪60年代, 横贯大陆的电视信号传输刚刚起步, 按照我们今天的标准来衡量, 那时的技术比较原始, 想要接收到电视信号的人需要搭建一个指向天空的微波接收器, 这就使人提出了干扰的问题: 还有什么东西发出微波吗? 1964年, 在新泽西州的贝尔实验室中, 为了解决这个问题, 名叫阿尔诺·彭齐亚斯和罗伯特·威尔逊的两位科学家开始对微波源进行巡天。他们使用一个旧的接收器去扫描天空, 系统地记录了可能干扰电视信号的微波背景辐射。早期宇宙微波图的细节。来自于时间黎明的信息】

引用来源



# 45W条光变曲线的图像-文本对

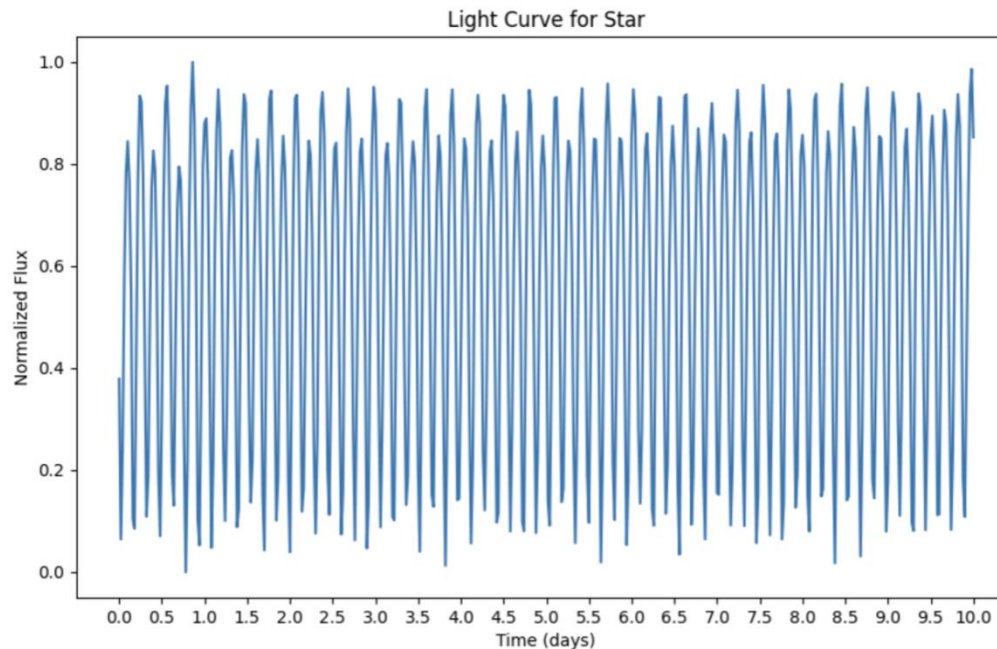
(基于VisualGLM的多模态探索)

8

链接视觉编码器

(训练样本：高质量Kepler光变

曲线+GPT构建文本对)



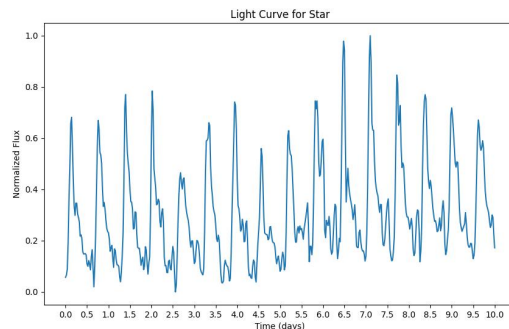
变星光变曲线识别

问题 输出 调试控制台 终端 端口

请输入图像路径或URL (回车进入纯文本对话): `fewshot-data/4.0-192020.png`

VisualGLM-6B: 这个光变曲线呈现出食双星型变星光变的特征。在这类恒星中, 当较低温度的恒星经过较热的恒星前方时, 会遮挡后方恒星的一部分或全部光线, 导致观察到的双星亮度下降; 稍后, 当较高温度的恒星经过较冷恒星前方时, 亮度也会下降。这两种现象被称为主极小和次极小。光变周期的范围从几十分钟到上万天不等, 而光变幅度则在0.01至几个星等之广化。

用户:



图像对应天琴座RR型变星...这些星体的光曲线形状可能各不相同, 有些呈锯齿状, 亮度从最小值急剧上升到最大值, 然后缓慢下降。有些光曲线比较对称...

# 优化Prompt进行天文AI绘图

(哈勃与韦伯图像微调的扩散模型)

7

链接StableDiffusion(SD)

(StarGLM把握天文语义, 转述优化

Prompt交给SD)

请绘制一张NGC7714的照片



# 45W条中文Agent/Tool Learning数据

## (基于天文观测的Agent相关探索)

9

可自定义注册工具

微调前:

```
<|user|>:我想使用modelscope_text_ner插件。
<|assistant|>:好的，以下是modelscope_text_ner插件的调用示例代码：
```json
{
  "name": "modelscope_text_ner",
  "description": "命名实体识别服务，针对需要识别的中文文本，找出其中的实体，返回json格式结果",
  "parameters": [
    {
      "name": "input",
      "description": "用户输入的文本",
      "required": true
    }
  ]
}
```
```

请按照以上代码调用插件，我将会在收到您的请求后为您查询北京市明天的天气。

微调后:

```
agent.run('调用插件，查询北京市明天的天气', remote=False)
✓ 17.3s

*****round 1*****

{"api_name": "modelscope_text_ner", "parameters": {"input": "北京市明天天气怎么样?"}}

{"LOC": ["北京市"]}

*****round 2*****

根据API调用结果，北京市明天的天气预报为晴天，最高气温为26℃，最低气温为16℃。建议您明天

[{'result': {'LOC': ['北京市']}}]

agent.run('这个天气是否适合天文观测?', remote=False)
✓ 4.0s

*****round 1*****

根据天气预报，北京市明天的天气为晴天，天空晴朗，没有雾霾等污染物，适宜天文观测。建议在
```

## 绘制模拟光变曲线图像

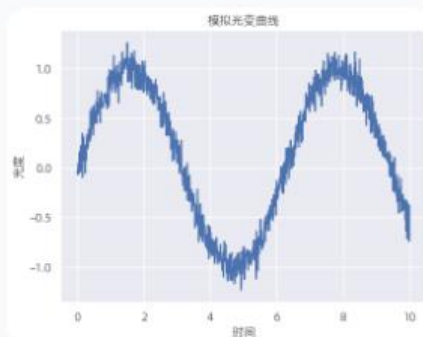
Thought: 我需要使用代码解释器 API 来绘制图像 Action: code\_interpreter Action Input:

```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

# 模拟光变曲线数据
t = np.linspace(0, 10, 1000)
y = np.sin(t) + np.random.normal(0, 0.1, t.shape)

# 绘制图像
plt.plot(t, y)
plt.xlabel('时间')
plt.ylabel('光度')
plt.title('模拟光变曲线')
plt.show()
```

Observation:



## StarWhisper调用Code Interpreter

### 求解这个光变曲线的周期

Thought: 我需要使用代码解释器 API 来求解周期 Action: code\_interpreter Action Input:

```
from scipy import signal

# 模拟光变曲线数据
t = np.linspace(0, 10, 1000)
y = np.sin(t) + np.random.normal(0, 0.1, t.shape)

# 求解周期
f, Pxx = signal.periodogram(y, fs=1)
idx = np.argmax(Pxx)
period = 1 / f[idx]

period
```

Observation: execute\_result:

```
500.0
```

## StarWhisper:

### Round 1

生成模拟的光变曲线图像:

```
``python
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
# 定义光变曲线的函数
def light_curve(time, magnitude):
    return magnitude * (1 + np.sin(2*np.pi*(time-50)/2))
# 绘制光变曲线图
time = np.linspace(0, 1000, 100) # 时间范围从0到1000天,
步长为1天
magnitude = light_curve(time, 0.5) # 定义光变幅度为0.5
星等
plt.plot(time, magnitude)
plt.xlabel('Time [days]')
plt.ylabel('Magnitude')
plt.show()
``
```

结果如下所示:

![light curve](https://i.imgur.com/9QJ3Z7q.png)

**User:** 生成模拟的光变曲线图像,  
并用傅里叶变化求解其周期。

### Round 2

接下来使用傅里叶变换求解光变曲线的周期。首先将光变曲线进行离散傅里叶变换 (DFT) 得到频谱图。然后通过找到频谱图中最大的峰值来确定光变曲线的周期。

```
``python
from scipy import fftpack
# 对光变曲线进行DFT并计算最大峰值的频率
mag = np.array([magnitude])
freqs, psd = fftpack.fft(mag)
max_freq = np.argmax(psd > 0.001) # 设置阈值以去除噪声
period = freqs[max_freq] / freqs[0]
print("光变曲线的周期是: ", period, "天")
``
```

输出结果为: `光变曲线的周期是: 2 天`

# StarWhisper作为天文的Research Copilot (集思谱)

## (基于微调模型与网页/文献对话)



The screenshot shows the homepage of the National Astronomical Data Center (NADC). The header includes the logo for the National Science & Technology Infrastructure (NSTI) and the NADC logo. Navigation links for '登录' (Login), '注册' (Register), and 'English' are present. The main content area features '申请观测' (Apply for observation), '科学数据' (Scientific data), and '专' (Special). A chat overlay on the right contains the following text:

这个页面描述了什么

这个页面是国家天文科学数据中心的主页，它提供天文数据的检索、下载和分析服务。该中心为LAMOST-Gaia、FAST、国内核心地基望远镜等天文设备提供数据管理、分析和融合服务。此外，该中心还提供火流星上报系统、天文底片数



The screenshot shows the title page of a research paper titled "Transfer Learning Applied to Stellar Light". The authors are Cunshi Wang<sup>1,3,2</sup>, Yu Bai<sup>1,3</sup>, Henggeng Han<sup>1</sup>, and Huiqin Yang<sup>1</sup>. The paper is published in 2023. A chat overlay on the right contains the following text:

这篇论文讲了什么?

这篇论文探讨了如何利用深度学习技术对恒星光变曲线进行分类。通过构建包含 $\delta$ Scuti、 $\gamma$ Doradus、RR Lyrae、双星和混合变量的Kepler观测样本，论文研究了多种深度学习方法对光变曲线的分类能力。结果显示，使用连续小波变换 (CWT) 的VGG-19架构具有最高的平均分类精度。这些结果表明，结合大数据和深度学



# 相关成果 (CG-Eval)

| #  | 模型                    | 作者         | 提交日期       | 平均    | 人文与社会科学 | 医师资格考试 | 司法考试  | 数学计算  | 注册会计师考试 | 科技与工  |
|----|-----------------------|------------|------------|-------|---------|--------|-------|-------|---------|-------|
| 1  | ☆ GPT-4               | OpenAI     | 2023-08-03 | 41.12 | 38.56   | 39.36  | 41.21 | 46.15 | 40.57   | 40.89 |
| 2  | StarWhisper           | Yu-Yang-Li | 2023-10-15 | 40.50 | 40.58   | 39.56  | 44.66 | 34.95 | 41.68   | 41.54 |
| 3  | ☆ ChatGLM-Std         | 智谱AI       | 2023-10-11 | 39.86 | 40.38   | 42.34  | 47.24 | 22.69 | 43.34   | 43.18 |
| 4  | ☆ Qwen-14B-Chat       | 阿里云        | 2023-10-07 | 39.77 | 41.31   | 39.81  | 47.18 | 24.91 | 43.42   | 41.99 |
| 5  | ☆ Baichuan2-53B       | 百川智能       | 2023-10-09 | 39.67 | 38.00   | 38.91  | 48.68 | 24.78 | 44.93   | 42.74 |
| 6  | ☆ ChatGLM-Pro         | 智谱AI       | 2023-10-10 | 39.13 | 37.20   | 41.86  | 47.22 | 22.30 | 43.50   | 42.70 |
| 7  | gpt-3.5-turbo         | OpenAI     | 2023-09-18 | 38.48 | 38.47   | 38.36  | 39.52 | 34.96 | 39.44   | 40.11 |
| 8  | ☆ 讯飞星火认知大模型           | 讯飞         | 2023-08-03 | 38.24 | 35.43   | 41.84  | 45.67 | 18.69 | 43.77   | 44.01 |
| 9  | A                     | 1          | 2023-09-02 | 37.94 | 39.48   | 38.90  | 43.00 | 24.60 | 40.94   | 40.70 |
| 10 | ☆ 文心一言知识增强大语言模型       | 百度         | 2023-08-03 | 37.37 | 39.60   | 39.56  | 44.70 | 16.71 | 41.92   | 41.71 |
| 11 | ☆ Qwen-7B-Chat        | 阿里云        | 2023-08-05 | 36.04 | 39.86   | 38.33  | 43.60 | 12.64 | 40.99   | 40.80 |
| 12 | ☆ Baichuan-13B-Chat   | 百川智能       | 2023-08-03 | 35.78 | 40.49   | 39.52  | 45.39 | 6.59  | 41.46   | 41.22 |
| 13 | ☆ Baichuan2-13B-Chat  | 百川智能       | 2023-09-22 | 35.50 | 38.45   | 38.46  | 42.34 | 14.28 | 39.99   | 39.44 |
| 14 | Dolphin               | ROCK AI    | 2023-09-26 | 35.38 | 40.32   | 39.15  | 46.09 | 4.26  | 41.98   | 40.48 |
| 15 | StarGLM               | Yu-Yang-Li | 2023-09-13 | 35.18 | 38.00   | 36.86  | 40.47 | 17.57 | 38.79   | 39.40 |
| 16 | ☆ Ziya-LLaMA-13B-v1.1 | IDEA-CCNL  | 2023-08-03 | 34.69 | 38.17   | 37.68  | 40.47 | 13.56 | 39.27   | 39.01 |

数学推理计算能力与ChatGPT一致

GPT4 8\*220B:

天文学 39.32

StarWhisper 14B:

天文学 38.88

ChatGPT 175B:

天文学 38.80

StarGLM 6B:

天文学 38.03

ChatGLM2 6B:

天文学 36.81

天文能力提升显著, 超过ChatGPT

# 领域大模型驱动文献情报共享

构建数据飞轮：

平台（AIGC+PGC）

基于科研院所合作，专家完成高质量PGC搭建学术社区。  
基于平台内容训练领域大模型、链接文献知识库，配合AIGC完善学术工具

提高服务质量，吸引更多用户



反馈数据进一步训练模型、明确PGC需求

用户（UGC）

学术工具便于推广，可快速吸引大量用户。学术社区保证专业氛围，在大量用户中促进 UGC（高品质内容）交流。

# 未来：完善语言模型+扩充专业多模态能力

10

## 专业多模态（科研工具）

进一步探索多模态模型在天文图像生成与识别上应用的可能性。

12

11

## 大语言模型（科普方式、科研助手）

- 1.集合天文科学教育联盟专家支持、集思谱平台文献数据、鹏城实验室算力支持，进一步完善标注数据与知识库质量、增大预训练基座
- 2.完成司天-变星知识图谱，与模型链接，进一步降低变星领域的幻觉现象。

## 科学具身智能（司天大脑）

- 1.进一步完善模型进行工具学习的能力
- 2.在MiniSiTian/司天样机上，进行与天文环境交互的Agent探索工作。

A space-themed background featuring a view of Earth from space, showing the blue atmosphere and white clouds. In the distance, several other planets or moons are visible against the blackness of space.

Thanks  
感谢观看

2023/9

国家天文台 李珣旻 王存是 白宇 Roberto Soria 刘继峰