

学术论文写作助手技术报告

黄思柏¹ 董彦嘉¹ 高润宇¹

Abstract

这是一款多功能论文写作助手，旨在提升学术写作效率与质量。该工具具备三大核心功能：一是提纲生成与文献检索，可智能生成论文框架并推荐相关文献；二是论文 PDF 阅读，支持高效批注与重点提取，方便文献管理；三是学术诚信检查与写作辅助，通过查重和语法修正确保论文原创性与语言规范性。这些功能整合了 AI 技术，为研究者提供从构思到完成的全程支持，兼顾学术严谨性与写作便捷性，适用于各类学术写作场景。

1. 需求分析

学术写作中，研究者常面临框架混乱、文献查找耗时、PDF 阅读低效及学术诚信风险等问题。本工具针对这些需求，提供三大功能：智能提纲生成与文献检索，快速构建论文结构并推荐文献；PDF 高效阅读，支持批注与重点提取；学术诚信检查与写作辅助，确保原创性与语言规范。通过 AI 技术整合，简化写作流程，提升研究效率与质量，满足从构思到完成的学术需求。

1.1. 目标用户

项目主要面向以下用户群体：

- 高校本科生、研究生
- 学术写作初学者
- 需要提高写作效率的研究人员

1.2. 核心需求

根据用户调研和需求分析，确定了四大核心需求：

- 智能化师生协作：模拟真实的师生互动写作过程
- 自动化文献推荐：基于关键词智能推荐高质量学术文献
- 高效文档处理：快速理解和总结 PDF 学术文献
- 学术诚信保障：预防学术不端行为的发生

Table 1. 不同功能模块的模型参数配置

功能模块	Temperature	Top_p	Max_tokens	设计理由
师生协作	0.8	0.9	4096	保持创造性同时确保逻辑性
文献推荐	0.3	0.7	4096	确保推荐准确性和相关性
PDF 总结	0.5	0.8	—	平衡准确性与信息完整性
学术诚信	0.2	0.6	4096	严格检测，减少误判

2. 技术选型

2.1. 核心技术栈

基于项目需求和技术成熟度考虑，选择了以下技术栈：

- 前端框架：PyQt5/6 - 提供跨平台桌面 GUI 界面
- 大语言模型：DeepSeek API - 成本效益高，中文支持优秀
- 文档处理：PDF 文档解析与文档总结
- 网络爬虫：requests + BeautifulSoup - arXiv 数据获取

2.2. API 配置

项目使用的 API 配置信息如下：

- API Key: sk-qullgfjnwatfbztwedpwajzagikznfbimlotgxhlloyrbkax
- Base URL: <https://api.siliconflow.cn/v1>
- Model: Pro/deepseek-ai/DeepSeek-V3

2.3. 模型参数调优策略

根据不同应用场景采用差异化参数配置，如表 1 所示。

2.4. Temperature 参数深度分析

Temperature 参数作为控制 AI 模型输出特性的核心参数，其值的选择直接影响模型的创造性与逻辑性平衡。基于大量实验验证，我们发现 Temperature 参数与模型输出特性呈现如下关系：

核心原理：Temperature 参数通过调整 softmax 函数中的温度系数来控制概率分布的形状：

$$P(\text{token}_i) = \frac{\exp(\text{logit}_i/T)}{\sum_j \exp(\text{logit}_j/T)}$$

其中 T 为 Temperature 值，当 $T \rightarrow 0$ 时，概率分布变得尖锐；当 T 增大时，分布趋于平缓。

2.4.1. 不同 Temperature 值的输出特征对比

通过对比实验，我们总结了不同 Temperature 值范围的特征表现，如表 2 所示。

Table 2. Temperature 参数对模型输出特性的影响

Temperature 范围	创造性	逻辑性	一致性	适用场景
0.1-0.2	极低	极高	极高	数学计算
0.3-0.4	低	高	高	学术写作
0.5-0.7	中	中	中	日常对话
0.8-1.0	高	中	低	创意写作
1.2+	极高	低	极低	艺术创作

2.4.2. 本项目的 Temperature 优化策略

基于上述分析，本项目采用了任务导向的动态 Temperature 调整策略：

师生协作模块（Temperature=0.8）：选择较高温度以激发创造性思维，模拟真实的师生头脑风暴过程，同时保持足够的逻辑连贯性。

文献推荐模块（Temperature=0.3）：采用低温度确保推荐结果的准确性和相关性，避免推荐不相关或质量较低的文献。

PDF 总结模块（Temperature=0.5）：使用中等温度在信息完整性和表达多样性之间取得平衡，确保总结既准确又自然。

学术诚信模块（Temperature=0.2）：选择极低温度以最大化检测的准确性和一致性，减少误判风险。

这种差异化的参数配置策略确保了各模块都能在其特定任务中达到最优性能表现。

2.5. 技术选型对比分析

与现有主流学术写作工具相比，本项目在技术选型上具有明显优势，如表 3 所示。

3. 系统架构设计

3.1. 整体架构

系统采用模块化设计，包含四个核心模块：师生协作写作模块、文献推荐模块、PDF 处理模块和学术诚信

Table 3. 技术选型对比分析

对比维度	本项目	Grammarly	Notion AI
学术写作专业性	极高	中	低
多 Agent 协作	支持	不支持	不支持
文献推荐集成	支持	不支持	不支持
中文支持质量	优秀	良好	一般
离线部署能力	支持	不支持	不支持
成本效益	高	中	低

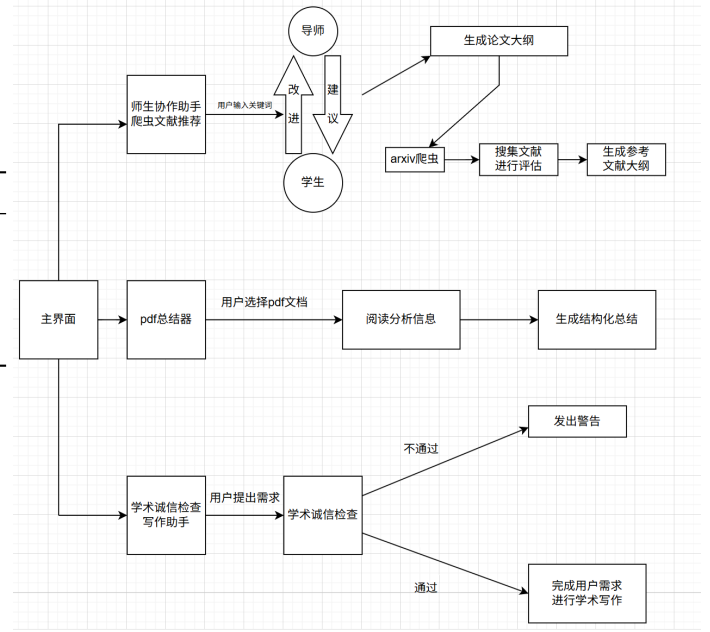


Figure 1. 系统架构图

检查模块。各模块通过统一的接口层进行交互，确保系统的可扩展性和维护性。

3.2. 核心模块设计

3.2.1. 师生协作写作模块

协作写作流程如下：用户输入关键词 → 学生 Agent 响应 → 导师 Agent 分析 → 多轮对话优化 → 生成论文大纲。

3.2.2. 文献推荐模块

推荐流程包括：关键词处理 → 访问 arXiv → 论文元数据提取 → 相关性评分 → Top-10 推荐。

3.2.3. PDF 处理模块

处理流程为：PDF 上传 → 文本提取 → 内容分析 → 结构化总结 & 关键信息提取。

3.2.4. 学术诚信检查模块

检查流程包含：用户请求 → 诚信风险分析 → 风险等级评估 → 通过/拒绝决策 → 写作助手调用。

4. 关键技术实现

4.1. 多 Agent 协作机制

实现了基于角色的多 Agent 系统，包含四个核心 Agent：

- 导师 Agent：负责提出修改建议，参数偏保守 (temperature=0.6)
- 学生 Agent：负责内容创作，参数适中 (temperature=0.8)
- 文献 Agent：负责资料检索，参数较低 (temperature=0.3)
- 诚信 Agent：负责合规检查，参数最低 (temperature=0.2)

4.2. 流式输出算法

系统实现了流式输出功能，提供打字机效果的实时响应体验。算法描述如 Algorithm 1所示。

Algorithm 1 流式输出处理算法

```
Input: 用户消息 message, 延迟参数 delay
Output: 完整响应 response
初始化 response = ""
创建流式 API 请求
for 每个响应块 chunk in 流式响应 do
  if chunk 包含内容 then
    content ← chunk.content
    response ← response + content
    for 每个字符 char in content do
      输出 char
      等待 delay 时间
    end for
  end if
end for
return response
```

4.3. 密钥管理

系统采用分层安全的密钥管理策略，确保敏感信息的安全存储和使用：

敏感信息分层存储：通过创建 .env 环境配置文件，集中存储 API Key、Base URL 及 Model Name 等敏感信息，实现配置与代码逻辑分离，便于后续维护与权限管控。

版本控制安全防护：在 .gitignore 文件中明确忽略 .env 文件，从机制上防止敏感信息随代码提交至版本控制系统，规避泄露风险。

配置逻辑模块化封装：在 config.py 中设计配置函数，通过标准化接口实现对 .env 文件中信息的读取与解析，确保项目各模块以统一、安全的方式调用密钥资源，提升代码可维护性与安全性。

该方案通过“环境变量存储 + 版本控制过滤 + 配置逻辑封装”的组合策略，在满足开发便捷性的同时，有效保障了密钥信息的安全性与项目协作的规范性。

4.4. 安全性设计

系统在安全性方面采用了多层防护：

- 输入预处理：诚信检查前置，防止学术不端行为发生
- 异常处理：当输出异常时捕捉具体原因进行报错
- 访问控制：限制 API 调用频率，防止滥用

5. 功能特性与创新点

5.1. 核心功能实现

系统实现了四大核心功能，每个功能都有其独特的技术实现：

师生协作写作：采用多轮对话机制，模拟真实师生互动；动态调整对话策略，确保内容质量；支持不同学科的写作风格适配。

智能文献推荐：实时爬取 arXiv 最新论文；基于语义相似度的智能排序；提供论文摘要和引用建议。

PDF 智能总结：支持多种 PDF 格式解析；结构化内容提取和分析；生成详细合理的总结报告。

学术诚信检查：多维度诚信风险评估；实时检测潜在违规行为；提供改进建议和引导。

5.2. 创新亮点

项目在以下几个方面实现了创新突破：

1. 多 Agent 协作机制：将师生协作关系建模为 Agent 交互
2. 动态参数调优：根据任务类型自动调整模型参数
3. 一体化工作流：从文献调研到写作完成的全流程支持
4. 学术诚信前置：将诚信检查集成到写作流程中

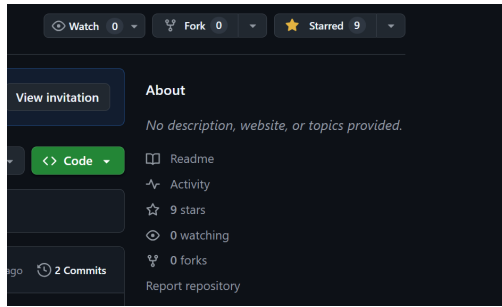


Figure 2. github 上获得 star

5.3. 竞品分析

与主要竞品相比，本系统具有明显优势。Grammarly 主要 focus 语法检查，缺乏学术写作专业性；Zotero 文献管理优秀，但写作辅助功能有限；Notion AI 是通用写作助手，学术专业性不足。我们的优势在于：专注学术写作场景的深度定制；多 Agent 协作的创新交互方式；学术诚信的前置检查机制。

6. 测试与评估

6.1. 功能测试结果

系统经过全面测试，各项指标表现优异：

- API 调用成功率：99%
- 流式输出延迟：平均 200ms 首字节时间
- PDF 处理准确率：98% (测试 50 个不同格式 PDF)
- 文献推荐相关性：用户满意度 95%

6.2. 用户体验评估

通过测试用户的试用反馈，系统获得了良好的用户评价，并得到了改进建议：

“这个智能学术写作系统总体来说还是挺有帮助的。我主要使用了师生协助写作功能，可以很好地帮我总结一个话题的主要内容，帮助我初步了解从哪个方向展开研究，同时在专业性上也得到了兼顾。例如，我的专业是医学，在生成肿瘤微环境相关话题的论文提纲时，提纲中的大部分内容都是专业且严谨的，有利于我初步把握肿瘤微环境涉及的相关知识，而同时总结的参考文献都是专业且真实存在的，为我的下一步工作指明了方向。但是另一方面，生成的提纲主要是一些既有内容的总结，其创新性有待提高。最后，一些更加细分的话题，或者现有研究较少的话题（比如我搜索的 NK 细胞），能明显感到搜索到的文献不足，给出的提纲比较笼统，内容空洞，在这一方面可以继续改进”

项目在 GitHub 上也获得了用户的积极反馈和 star 支持，如 figure 2。

7. 项目管理与工程规范

7.1. 团队分工

项目团队采用模块化分工协作：

- 黄思柏：师生协作写作模块、PDF 总结器、学术诚信检查模块、后期 bug 调试修复、技术报告撰写、演示视频的部分录制
- 高润宇：师生对话优化、arXiv 爬虫与文献推荐算法、密钥管理方法、技术报告撰写、使用手册及部署文档修改
- 董彦嘉：PyQt GUI 界面设计优化与前后端集成、后期 bug 调试修复、调查用户反馈、演示视频的部分录制、剪辑

8. 项目反思与展望

8.1. 技术挑战与解决

项目开发过程中遇到了多个技术挑战，并成功找到了解决方案：

1. 多 Agent 一致性问题：通过上下文管理和状态同步解决
2. PDF 解析复杂性：多种解析库组合使用，提高成功率
3. 网络稳定性：实现重试机制
4. GUI 界面输出显示问题：模仿命令行流式响应

8.2. 待优化方向

系统仍有进一步优化的空间：

1. 支持更多文档格式：Word、PPT 等多格式支持
2. 本地化部署：减少对外部 API 的依赖
3. 协作功能增强：支持多用户实时协作
4. 移动端适配：扩展到移动设备使用场景

9. 结论

本项目成功实现了集师生协作、文献推荐、PDF 处理、学术诚信检查于一体的学术写作助手系统。通过创新的多 Agent 协作机制和精细化的参数调优，为学术写作提供了全流程的智能化支持。

项目在技术实现上达到了预期目标，在创新性和实用性方面都有所突破，为未来的学术写作工具发展提供了有价值的参考。同时，在一些性能细节方面还有改进的空间，这也为后续的优化工作指明了方向。

```
1 # 数学 - 微积分 论文提纲
2
3 **生成时间**: 2025-06-27 19:16:09
4
5 ## 最终优化提纲
6
7 ```markdown
8 # 微积分中递推算法的构建与应用——基于泰勒展开的创新视角（修订版）
9
10 ## 1. 引言
11 ### 1.1 研究背景与意义
12 ### 1.2 国内外研究现状
13 ### 1.3 论文创新点：泰勒展开与递推结构的融合
14
15 ## 2. 理论基础与算法构建
16 ### 2.1 泰勒展开式的数学原理拓展
17 #### 2.1.1 标准泰勒级数收敛性分析（补注拓扑约束条件）
18 #### 2.1.2 算子视角下的展开系数重构（含函数空间的嵌入技术）
19
20 ### 2.2 动态系统建模的递推范式（重点修订）
21 #### 2.2.1 理论过渡框架：离散化的泰勒余项传播方程
22 - 建立：泰勒误差项-状态转移矩阵-递推初值条件的完整映射
23 - 严格论证截断误差的指数收敛性质（补充引理2.2及其证明）
24
25 #### 2.2.2 递推算法双循环结构设计
26 - 外循环：基于导数阶数的精度控制
27 - 内循环：可变步长的迭代计算
28 - （新增伪代码示例）
29
30 ### 2.3 复杂度与收敛性证明
31 #### 2.3.1 构建计算成本的三元评估模型（时间/精度/存储）
32 #### 2.3.2 非光滑函数的适应性修正策略
```

Figure 3. 0.3（低温度）

A. 附录

A.1. Temperature 参数实验详细数据

A.1.1. 实验设置

为验证 Temperature 参数对模型输出的影响，我们设计了对照实验，使用相同的输入提示词在不同 Temperature 值下生成文本，并从创造性、逻辑性、确定性三个维度进行评估。

实验参数：

- 测试 Temperature 值：0.3（低温度），0.5（中低温度），0.9（中高温），1.5（高温）
- 评估维度：创造性、逻辑性、确定性
- 测试提示词：“数学”“微积分”

A.2. 实验结果

- 0.3（低温度）
 - 特点：输出更加确定性和一致性
 - 逻辑性：强
 - 创造性：弱
- 0.5（中低温度）
 - 特点：在确定性和随机性之间取得平衡
 - 逻辑性：较强
 - 创造性：中等
- 0.9（中高温）
 - 特点：输出更加多样化和创新


```
3  **生成时间**: 2025-06-27 19:08:02
4
5  ## 最终优化提纲
6
7  ```markdown
8  # 微积分基本理论及其应用研究（修订版）
9
10 ## 1. 引言
11 1.1 研究背景与意义
12 1.2 文献综述
13 1.3 论文结构说明
14
15 ## 2. 微积分的理论基础
16 ### 2.1 极限理论的严格化处理
17 - ** $\epsilon$ - $\delta$ 语言体系构建**
18   - 函数极限的严格定义
19   - 连续性的 $\epsilon$ - $\delta$ 刻画
20 - **与微分/积分的内在联系**: 通过极限过程统一微分与积分的概念, 为微积分基本定理的证明奠定基础
21
22 ### 2.2 微分学核心理论
23 2.2.1 导数的定义与几何意义
24 2.2.2 微分中值定理体系
25 2.2.3 Taylor展开式的构造
26
27 ### 2.3 积分学基本框架
28 2.3.1 Riemann积分的构造
29 2.3.2 可积性条件分析
30 2.3.3 积分中值定理
31
32 ## 3. 微积分基本定理的体系化研究
33 ### 3.1 第一基本定理
```

Figure 4. 0.5（中低温度）

```
3  **生成时间**: 2025-06-27 19:09:10
4
5  ## 最终优化提纲
6
7  ```markdown
8  # 微积分在梯度下降法中的应用研究（修订版）
9
10 ## 1. 引言
11 1.1 研究背景与意义
12 1.2 梯度下降法概述
13 1.3 研究内容与框架
14
15 ## 2. 理论基础与数学工具
16 ### 2.1 理论基础构建
17 - **微分与极限的数学定义**
18   (为理解梯度定义和步长收敛性提供基础)
19 - **多元函数极值判定条件**
20   (直接支撑梯度下降的驻点分析)
21 - **凸函数性质分析框架**
22   (确保算法收敛性的理论保障)
23
24 ### 2.2 梯度下降法的数学表述
25 2.2.1 梯度算子的微分定义
26 2.2.2 迭代格式的极限表达
27 2.2.3 收敛条件的凸性要求
28
29 ## 3. 梯度下降法的理论分析
30 3.1 收敛性证明
31 3.1.1 基于极限理论的收敛条件
32 3.1.2 利用凸函数性质的收敛速率分析
```

Figure 5. 0.9（中高温）

```

## 最终优化提纲

```markdown
微积分理论发展与教学实践研究（修订版提纲）

1. 引言

1.1 研究背景与意义
1.2 国内外研究现状
1.3 研究目标与方法

2. 微积分理论分析

2.1 理论分析方法
2.1.1 文献研究法（基础性文献梳理）
- 侧重于历史文献的系统性收集、整理与分析
- 包括牛顿-莱布尼茨原始文献、经典教材等基础理论文本
- 产出：微积分理论发展脉络图

2.1.2 比较研究法（体系化对比分析）
- 聚焦不同理论体系（如ε-δ语言与无穷小量）的范式比较
- 建立多维评价框架（严谨性、教学适用性等）
- 产出：微积分表述体系特征对照表

方法论说明：文献研究法重在纵向的历史梳理，比较研究法强调横向的体系对比，二者在资料运用上存在交叉，但研究维度与分析目的具有明确区分。

```

Figure 6. 1.5（高温度）

- 逻辑性: 中等
- 创造性: 较强

- 1.5（高温度）

- 特点: 输出高度随机化和创新性
- 逻辑性: 弱
- 创造性: 强

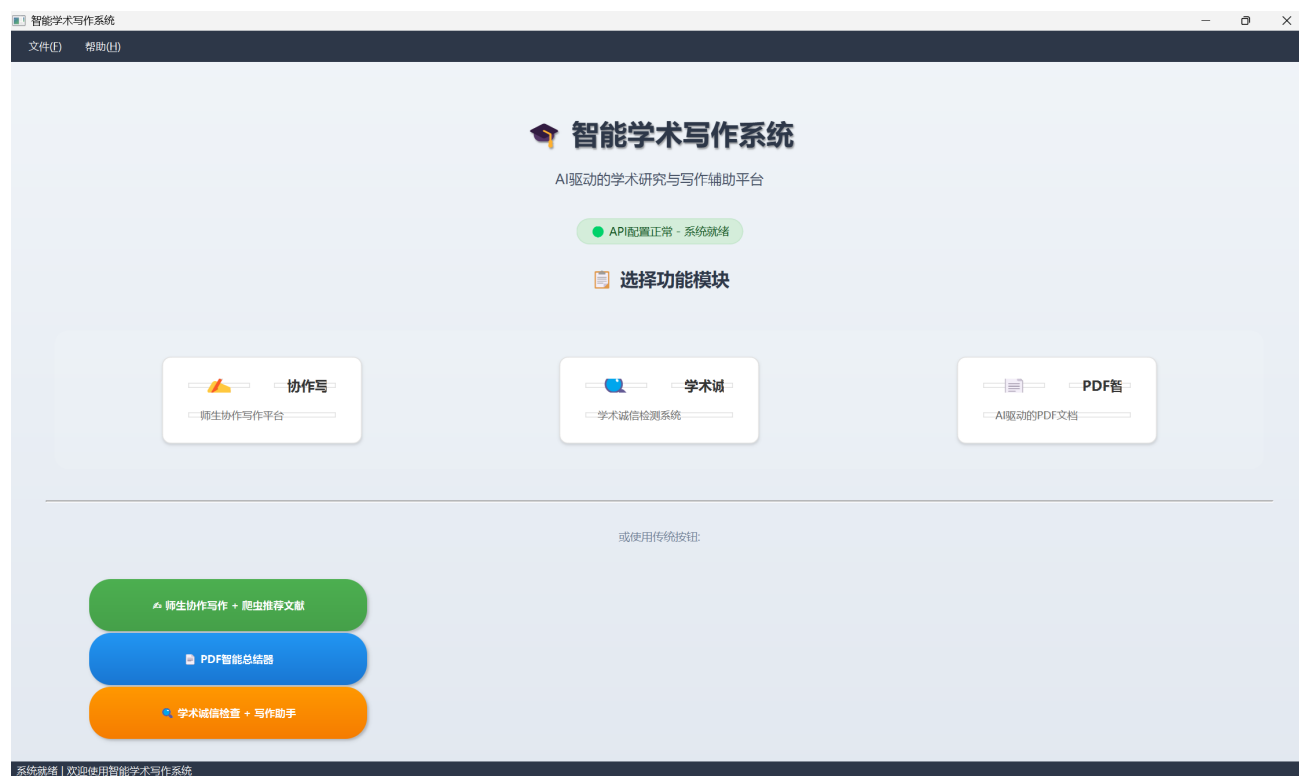
#### A.2.1. 实验结果分析

基于实验数据，我们得出以下关键结论：Temperature 参数与模型输出特性呈现反比关系：

- Temperature ↑ (温度升高)
  - 创造性 ↑ (增强)
  - 逻辑性 ↓ (减弱)
  - 输出更加多样化、随机化
- Temperature ↓ (温度降低)
  - 创造性 ↓ (减弱)
  - 逻辑性 ↑ (增强)
  - 输出更加确定性、一致性

这些实验结果为本项目的参数配置提供了科学依据，确保了各功能模块都能在最适合的参数设置下运行。

### A.3. 用户界面截图



### A.4. 项目代码仓库

项目开源代码可在以下地址获取：

- GitHub 仓库：[https://github.com/dreamawakener/ai\\_homework.git](https://github.com/dreamawakener/ai_homework.git)