

# 基于AI教学代理的电子书在初中毒品安全教育中的应用研究

舒子杰

福建师范大学教育学院，福建 福州

收稿日期：2024年11月16日；录用日期：2024年12月13日；发布日期：2024年12月23日

---

## 摘要

教育电子书是一种重要的学习工具，在使用电子书学习时他人的支持和干预是必要，缺少相关支持和干预可能无法发挥电子书的最佳效果。在目前的课堂上，教师难以照顾到所有学生的阅读，因此，本研究开发了一个结合了AI教学代理的电子书学习系统，旨在使用AI支持下的教学代理来弥补这个缺陷。研究人员进行了一项实验，以比较使用了AI教学代理的电子书和未使用AI教学代理的电子书学习毒品知识后的成绩情况、学习动机和学习满意度。研究结果表明，使用了AI教学代理的电子书学习系统有利于提高学生的成绩、学习动机和学习满意度，这意味着AI支持下的教学代理在电子书学习中具有可观的潜力。

---

## 关键词

电子书，教学代理，AI，人工智能

---

# Study on the Application of AI Pedagogical Agent-Based E-Books in Junior High School Drug Safety Education

Zijie Shu

College of Education, Fujian Normal University, Fuzhou Fujian

Received: Nov. 16<sup>th</sup>, 2024; accepted: Dec. 13<sup>th</sup>, 2024; published: Dec. 23<sup>rd</sup>, 2024

---

## Abstract

Educational e-books are an important learning tool, and the support and intervention of others are necessary when using e-books for learning. Without relevant support and intervention, the best effects of e-books may not be achieved. In the current classroom, it is difficult for teachers to take care

of the reading situation of all students, and students cannot guarantee good learning results. Therefore, this study developed an e-book learning system combined with AI pedagogical agent, aiming to use the AI-supported pedagogical agent to tutor students instead of teachers. The researchers conducted an experiment to compare grades, learning motivation, and learning satisfaction after learning about drugs in e-books using an AI pedagogical agent and e-books without an AI pedagogical agent. The results show that the e-book learning system using AI pedagogical agent can improve students' grades, learning motivation and learning satisfaction, which means that the pedagogical agent supported by AI has considerable potential in e-book learning.

## Keywords

E-Book, Pedagogical Agent, AI, Artificial Intelligence

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

随着信息技术的发展，教育数字化提供了更加生动的学习资源，更加灵活的学习方式，为学习者更好地发展提供了机会。因此在教育中合理利用数字资源显得十分重要。电子书作为数字资源的一种，将电子书运用到教育领域是一个有意义的方向[1]。已经有学者将其作为教学工具进行了研究[2] [3]。Sung 等人研究了电子书在《论语》教学中的作用[3]。Radović 等人将电子书应用到了数学教学中[2]。Baharuddi 和 Hashin 指出，使用电子书教学与传统教学相比，电子书会增强学习者的阅读动机和理解能力，起到促进学习的积极作用[1]。

然而，尽管多位学者表示在教育领域使用电子书会起到积极作用，但也有学者对有不同看法[4]。在 Furenes 等人的研究中，电子书的表现未必比传统图书好[4]。还有学者指出阅读电子书需要他人的支持[5]。Barnyak 和 McNelly 同样认为他人的支持和干预是提高电子书阅读效率的关键[6]。然而，学习者在阅读过程中难以获得及时的支持，阅读效果无法得到保障。将精心设计的功能整合到电子书中能够发挥最佳效果[7]，尽管已经有多位学者开发了各种功能不同的电子书[2] [3] [8]，但是很少有研究涉及在阅读过程中提供及时的支持或反馈[9]。

为了弥补这些缺陷，在电子书中加入教学代理是一个潜在方向。教学代理是一种引导用户在多媒体环境中学习的栩栩如生的角色，它能够扮演虚拟导师、助教、专家等角色，并且可以在教学中给予学习者支持[10]。要想让教学代理胜任代替教师辅导学生的任务需要代理与学生之间形成良好的沟通。然而，目前教学代理的对话能力有限，打造一个与学习者有效沟通的教学代理将是一项挑战[11]。鉴于目前人工智能技术的发展，使用 AI 可以打造与人有效交流的教学代理。人工智能正以其强大的影响力，深刻改变着社会的方方面面。智能分析、自主学习和高效决策，为经济、教育、医疗、交通等众多领域带来了前所未有的变革。它不仅能够提高生产效率，优化资源配置，还能推动创新，催生新兴产业，为社会创造更多就业机会和经济增长点。在教育领域，利用个性化教学、大数据分析等功能，AI 能够改善教育质量。在居家生活中，利用语音识别、物联网等技术，AI 能够实现家居设备的智能化控制，提高生活便利性。在自动驾驶方面，利用计算机视觉、深度学习等技术，AI 能够实现汽车的自动驾驶，提高出行效率和安全性。随着技术的不断发展，AI 的应用领域还将不断扩展，为社会带来更多的变革和进步。最近，生成式人工智能兴起，这种技术能够高效模拟人类交流，使用其打造与人有效交流的教学代理有望弥补阅读

过程中缺乏支持的缺陷的问题。

因此，本研究的目的是开发一个结合 AI 教学代理的电子书学习系统，为学生在电子书学习过程中提供指导。本研究探讨的问题如下：

- 1) 学生使用结合 AI 教学代理的电子书学习系统与使用无 AI 教学代理的电子书学习系统在学习成绩上是否存在显著差异？
- 2) 学生使用结合 AI 教学代理的电子书学习系统与使用无 AI 教学代理的电子书学习系统在学习动机上是否存在显著差异？
- 3) 学生使用结合 AI 教学代理的电子书学习系统与使用无 AI 教学代理的电子书学习系统在学习满意度上是否存在显著差异？

## 2. 文献综述

### 2.1. 电子书在教育中的应用

随着技术的发展，电子书已经在教育领域发挥作用。关于电子书在教育领域的有效性争论激烈，一些研究的实证结果表明，电子书可以提高学生的学习成绩[1] [12]。Sun 和 Pan 研究了在电子书中应用信息技术进行教学情况。他们选取了中国某大学的 200 多名大学生作为实验对象，利用生动的动画和音乐来吸引学习者的注意力。在整个学习过程中，电子书不仅提高了学习者的学习态度，而且区别于利用传统的纸质书籍学习，学习者取得了更好的成绩[1]。Rockinson-Szapkiw 等人也认为电子书可以作为学习过程中的脚手架，是学习者需要帮助时的认知工具，可以提高成绩[13]。

学习时的满意度被认为是影响学习效果的最重要因素[14]。Daniel 与 Woody 的研究显示，与传统纸质书籍相比，学习者对使用电子书的满意度更高[13]。在 Yohannes 等人的研究中，学习者对他们使用电子书的体验感到满意。作者认为，电子书的功能增加了学习者探索的好奇心，并提供了更好了解内容的机会，从而提高了学生的满意度[15]。Lin 对比了学习者在使用电子书与使用印刷书籍在学习英语时的满意度差异。结果表明学习者对使用电子书表示满意，并认为电子书有用且方便使用[16]。

学习动机是影响学习效果的另一个最重要因素[14]。Sung 等人研究了在小学课程中使用了交互式电子书学习模式对学生学习《论语》的影响。与传统教学模式相比，使用电子书的学生表现出来更高水平的学习动机，并且这种学习模式还激发了学生的深层动机，对成绩产生了积极影响[3]。在一项基于游戏的电子书研究中，学习者的学习动机、成绩和解决问题的能力获得了提升[17]。不仅如此，在教育领域使用电子书还可以减少学习时的焦虑[18]，或者为有学习障碍风险的儿童提供帮助[19]。

尽管已经有多数已经证明电子书在教育领域是有效的，但是电子书的表现未必比传统图书好[4]。有研究者认为学习者在阅读电子书时需要他人的支持[5]，他人的支持和干预是提高电子书阅读效率的关键[6]，否则学习效果可能会降低。目前来看，很少有研究涉及电子书的智能功能，比如在阅读过程中提供及时的支持或反馈，然而这一功能是很有必要的[9]。得益于教学代理和人工智能技术的发展，现在有机会弥补电子书这方面的缺陷。

### 2.2. 教学代理的应用

截至到目前，已经存在大量关于教学代理的研究，教学代理无论从形象上还是功能上都得到了充分地发展，甚至有研究者将 AI 技术与教学代理融合进行研究[20] [21]。从教学代理形象来看，栩栩如生的教学代理能对学生的学习产生非常积极的影响[22]。在以往的研究中，教学代理的形象主要包括拟人动物[22]、卡通人物或者真实人物[23]等。随着技术的发展，教学代理的形象越来越逼真，逐步由静态过渡到动态或者 3D 形式[24]。

教学代理历经几十年的发展，它的功能越来越丰富。一些代理可以模拟人类做出手势动作，能够促进学习者有效地理解代理传达的信息[25]。有的代理具备发音功能。Mayer 和 DaPra 对比了代理使用人类语音和机器合成语音的效果，他们发现人类语音是一个很积极的设计因素[26]。还有一些代理甚至可以做到与学习者对话交流[21]。

近年来，人工智能等多种技术在教育领域的快速发展，有研究者将教学代理与这些技术进行了融合，探索教学代理更多的应用潜力。自然语言处理(NLP)促进了代理与人模拟对话的能力[20]，已经有研究者开始在研究中运用这种先进技术。Winkler 等人在在线视频里添加了一个基于支架的由 NLP 驱动的会话代理，在学习中为学生提供学习支持(问答、纠错)。实验发现这种互动获得了良好的学习效果，代理促进了学生信息的保留和迁移能力[21]。尽管如此，基于先进技术的人机交互也可能无法给予积极的学习效果[27]，但是依然有发展的潜力。

### 2.3. 电子书结合教学代理的应用

电子书是一个具有文本和其他内容，能够在电子环境下提供阅读的数字对象。与传统的纸质书籍相比，电子书可以更方便、更高质量地获取知识，具有更高的灵活性和交互性，更加环保、便宜[9] [28]。在学习者阅读电子书过程中获得他人的支持对提高阅读效率和学习效果有一定的帮助[5] [6]，但目前学习者很难在阅读时获得及时的反馈[10]。针对这个问题，教学代理的加入可以很好地满足这个需求。以前的教学代理对话能力有限，难以与学习者有效沟通，无法胜任提供反馈指导的任务。技术的进步也促进了教学代理的进步，现在的教学代理在 AI 的支持下已经可以像人类一样与学习者沟通，能够在必要时提供指导[29]。因此，借助教学代理代替人类在阅读过程中提供指导成为可能。

在 Nielen 等人的研究中，研究者探索了在电子书中添加教学代理的可行性。他们制作了一个代理，代理会在学习中鼓励学生，在学生阅读完一个章节时提供个性化指导。研究者选取了荷兰 21 所小学的 146 名学生，在为期 10 周的实验中评估了教学代理的效果。结果表明教学代理的存在没有对学习态度产生影响，但是对学生学到更多词汇产生了积极影响[30]。尽管研究指出了代理在电子书阅读时的有效性，但是这个教学代理并不智能，代理更像是预先设定好的程序，代理的反馈缺乏灵活性，不利于个性化指导。并且研究没有结合合适的学习策略，学习效率可能受到了负面影响。

尽管 Nielen 等人研究了在电子书中的可能性[30]，但是该研究中没有探索把 AI 结合到教学代理中的影响。AI 支持下的教学代理已经被证明能够对学习效果产生积极影响[21]。鉴于目前很少有研究涉及电子书中的智能功能，但是这一功能是很有必要的[9]，本研究将 AI 支持的教学代理与电子书进行了融合，以研究这种智能电子书的可行性。

## 3. 系统设计

为了评估结合了 AI 教学代理的电子书的作用，本研究基于 SMP-e-book 策略使用了 ChatGLM-6B 和 Unity 游戏引擎来制作教学代理。教学内容取自于中国禁网(<http://www.nncc.org.cn/>)。

### 3.1. SMP-e-Book 教学策略

在教育领域运用多媒体工具时，需要结合适当的教学策略，否则学习效果可能无法达到预期[31]。电子书能够与各类教学策略相互交融，应对各种复杂的教学场景，更好地促进学习的发生。

Lee 等人根据提示策略提出了一种叫做 SMP-e-book 教学策略[32]。这是一种用于电子书学习中的渐进式多级提示策略，旨在在恰当的时机为学习者提供指导。研究者研究了健康教育中该策略对学习效果的影响，最终证明了 SMP-e-book 的有效性。他们发现 SMP-e-book 使得学习者的学习表现更好，学习成

绩更高，降低了学习的挫败感，促进了短期记忆转变为长期记忆的发生[33]。SMP-e-book 的机制是：当学习者不能正确回答问题，学习系统会根据学习者所在不同阶段提供各种提示，引导他们找到正确的答案。SMP-e-book 提供了三个不同级别的提示，当学习者在最初阶段回答错误时，SMP-e-book 会给出文本解释，引导学习者反思。如果学习者第二次回答错误，SMP-e-book 会附加更生动的材料，比如图片进行解释。如果学习者在第三次回答错误时，SMP-e-book 将提供动画或者讲解作为提示，让学习者更好地理解学习内容。

在 SMP-e-book 中，系统会逐步给出越来越生动形象的提示，由初始的文本指导到最后的讲解，教学代理可以作为指导者在第三阶段为学习者提供知识讲解，学习者可以在这个阶段与教学代理互动获取帮助。在本研究中，AI 支持的教学代理作为人机交流的双向信息传递对象被添加在 SMP-e-book 提供的第三级别提示中，代替原本单向向学生传输信息的讲解。这种结合了智能教学代理的 SMP-e-book 的有效性需要实验验证。

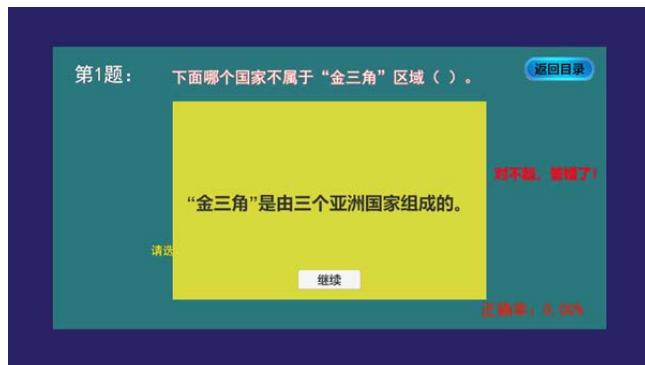
### 3.2. 电子书学习系统

为了设计一个栩栩如生的教学代理以及实现相关功能，本研究制作了一个学习系统。这个系统分为五章，包括传统毒品、合成毒品、新精神活性物质、毒品常识和知识测验。前三章分别介绍相应的毒品种类和毒品信息，目的是让学生能够分辨毒品的种类，了解一些毒品的具体信息。毒品常识部分提供一些关于毒品的常识知识，对前三章的知识进行补充。第五章是知识测试部分，目的是检测学生的学习成果。

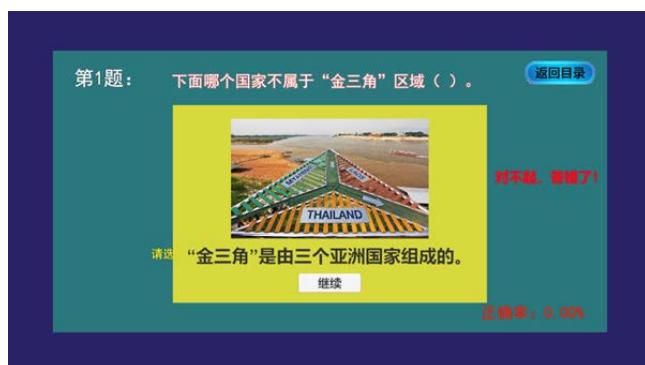
在学习过程开始时，电子书会提供一个目录，方便学生进入不同的章节。他们可以按照自己的节奏学习前四章的知识，只有完成前四章的学习后才能参与知识测试。这些章节提供了许多互动功能。如图 1 所示，在传统毒品这个章节中，电子书提供许多按钮提供给学生点击，这些按钮由毒品的图片组成，方便学生跳转到相应的毒品模块学习。每个模块的内容由文字和图片组成，介绍了毒品的基本信息以及图片示例。在学生学习完所有内容后，他们需要完成一项有 15 道选择题的测验，这个测验系统的设计运用了 SMP-e-book 的策略。在测验中，系统会根据学生回答问题错误时处于的阶段提供不同的指导，图 2、图 3、图 4 分别表示相应阶段的不同程度的提示。当学生第一次答错问题时，系统会提供文本提示，引导学生在后续错题重答时能够找到正确答案。如果学生同一题第二次答错，系统会提供文本加上图片进行解释。如果学生第三次答错时，AI 支持的教学代理就会出现，学生可以在聊天框里输入自己的提问，教学代理就会进行解答。同时系统会记录学生作答时的正确率，以便学生能够监控自己的回答情况。



**Figure 1.** Chapter 1  
**图 1.** 第一章



**Figure 2.** The first tip  
**图 2.** 第一次提示



**Figure 3.** The second tip  
**图 3.** 第二次提示



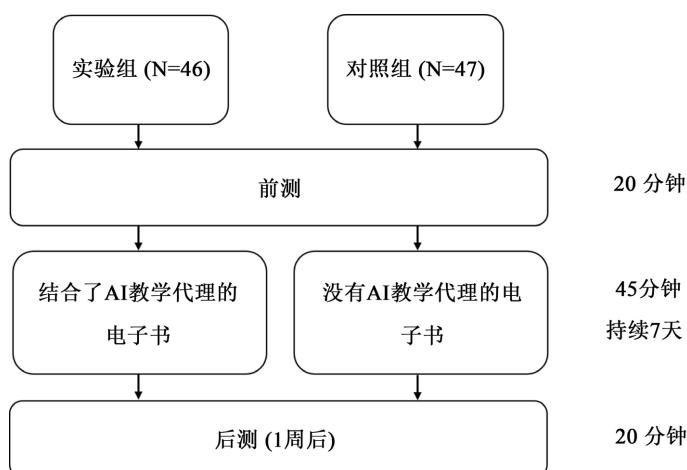
**Figure 4.** The third tip  
**图 4.** 第三次提示

在电子书中，支持教学代理回答问题的 AI 是基于 ChatGLM-6B 微调而来。ChatGLM-6B 是清华大学联合智谱 AI 设计的大语言模型，用户可以针对学习内容的特殊场景，使用数据集对 ChatGLM-6B 进行微调。微调的目的是让 AI 教学代理回答的问题均处于毒品知识的范畴而不是学生问什么 AI 教学代理就回答什么，这样做有利于规范学生提出的问题。微调所用的数据集由大量预设好的问答组成，这些问答包含了电子书中的所有知识以及学生与代理之间可能发生的其他对话，并对学习内容外的内容施加限制，防止学生可能会询问一些与学习无关的东西。

通过 API 使各项功能、服务能够相互连接，将各种功能集成在代理上。通过测试发现，基于大语言模型的教学代理有一些优势：它的反馈速度较快，拥有良好的与人沟通能力，能根据不同的问题提供个性化反馈。

#### 4. 实验流程

为了检验电子书学习系统的有效性，还需要对照实验去验证。实验对象选择了中国某初中的两个班的初中一年级的学生，每班分别为 46、47 人。一班作为实验组有 46 人，二班作为对照组有 47 人。在学习过程中，实验组使用了结合了 AI 教学代理的电子书，对照组则使用没有 AI 教学代理的电子书，两组电子书中的知识内容完全一样。两组学生都进行 1 周的电子书学习，并在学习完 1 周后进行后测。实验流程如图 5 所示。



**Figure 5.** The experiment procedure  
**图 5. 实验流程**

在正式学习前对两个班的学生进行了问卷调查，学习动机问卷改编自 Cheng 和 Wang 提出的学习动机问卷[34]。问卷共有 6 个项目，采用里克特量表 10 分制，Cronbach's  $\alpha$  系数为 0.81。学习满意度问卷改编自 Chu 等人提出的学习满意度问卷[35]。问卷共有 9 个项目，采用里克特量表 10 分制，Cronbach's  $\alpha$  系数为 0.941。在学习了 1 周的学习进行后测，后测包含 13 道选择题和 7 道填空题，每题 5 分，一共 100 分。

#### 5. 数据

表 1 显示了两组学生后测成绩的 t 检验结果。实验组的均值和标准差分别为 71.96 和 17.645。对照组的均值和标准差分别为 62.66 和 17.472。通过独立样本 t 检验对后测成绩进行分析后，结果具有统计学意义( $t=2.526, p<0.05$ )，说明结合了 AI 教学代理电子书的使用有利于提高学生的学习成绩。研究认为造成这种现象的原因有两种，一是 AI 教学代理的及时干预能够评估学生的学习进展，并提供反馈，这种反馈有助于学生及时了解自己的学习状况，发现不足之处，促进学生及时改正，帮助学生提高学习效率，从而提高了成绩。其次，AI 教学代理能够通过智能算法分析学生的学习进度，提供个性化的指导。这种个性化的学习体验能够更好地满足学生的需求，帮助他们更有效地吸收和理解知识，从而提高了学习成绩。

**Table 1.** Knowledge test result**表 1. 知识测试结果**

Group	N	Mean	SD	t
实验组	46	71.96	17.645	2.526
对照组	47	62.66	17.472	

表 2 显示了两组学生在学习动机问卷调查后的 t 检验结果。结果表明，实验组和对照组在学习动机方面存在显著性差异( $t = 2.096, p < 0.05$ )。这意味着实验组比对照组拥有更高程度的学习动机。实验组学生由于使用了结合了 AI 教学代理的电子书系统，其学习体验得到了显著提升。主要原因是电子书通过引人入胜的学习材料、互动式的问答，激发了学生的学习兴趣。当学生对学习材料感到兴趣时，他们往往会有更强的学习动机。个性化学习体验是另一原因，这种一对一的个性化教学方式让学生感到被重视，学生在虚拟教师的关注下激发了学生的积极性，从而提高了他们的学习动机。

**Table 2.** Results of learning motivation questionnaire**表 2. 学习动机问卷调查结果**

Group	N	Mean	SD	t
实验组	46	7.96	1.82	2.096
对照组	47	7.23	1.63	

表 3 显示了实验组在学习满意度方面的统计结果。除了第 6 项目外，其他项目的均值均非常靠近 8 分。实验组学生在多个学习满意度项目上的高均值表明，他们普遍对结合了 AI 教学代理的电子书学习系统感到满意。这可能是因为该系统在学习材料呈现、互动方式、个性化支持等方面都对学生起到了良好的帮助，从而获得了学生的认可。其中只有第 1 项和第 4 项的均值大于 8 分，说明电子书学习系统在帮助学生理解知识和激发学生学习兴趣两个层面上的表现比其他项目更为突出。这可能是因为该系统的互动功能更能吸引学生的关注，个性化反馈特点则帮助了学生更好地理解知识。由于 AI 教学代理吸引了学生大量的关注，学生的思维和学习方式都在围绕代理发散和影响，导致学生依赖代理从而不会尝试新的思维风格和学习方式，这可能是第 6 项均值分数较低的原因。

**Table 3.** Learning satisfaction questionnaire of the AI teaching agent combined with the results of the e-book**表 3. 结合 AI 教学代理的电子书学习满意度问卷调查结果**

项目	Mean	SD
1) 这个学习活动的任务使我更好地理解如何识别和分类目标学习对象的特征。	8.07	2.195
2) 在这个学习活动中，我努力观察目标学习对象之间的差异。	7.78	2.328
3) 这个学习活动的任务并不容易完成，但学习方式很容易理解。	7.63	2.332
4) 使用这个系统进行学习比传统方式更具挑战性和趣味性。	8.02	2.304
5) 由于在真实环境中使用这个系统学习，我对目标学习对象有了新的发现或知识。	7.74	1.994
6) 由于使用了这个学习系统，我尝试了新的学习方式或思维风格。	7.35	2.677
7) 这个系统提供的指导对我在学习如何识别目标学习对象的特征方面很有帮助。	7.89	2.173
8) 这个系统提供的指导对我在观察目标学习对象的内部差异方面很有帮助。	7.76	2.292
9) 使用这个系统时，我学会了如何从新的角度观察目标学习对象。	7.83	2.254

## 6. 结论

本研究旨在探究使用了结合 AI 教学代理的电子书学习系统对学生成绩、学习动机和学习满意度的影响。这项研究很有价值，即使目前对于电子书和教学代理的研究已经非常充分，但是还缺乏将电子书、教学代理和 AI 三者结合起来的研究。通过知识测验和问卷分析发现，实验组和对照组之间的成绩存在显著差异，这意味着在一定程度上 AI 支持的教学代理可以在教师难以照顾到每个学生时替代教师对学生进行指导，这比没有老师指导更利于学生提高学习成绩。学习动机结果分析表明，实验组拥有比对照组更强的学习动机，说明结合了 AI 教学代理的电子书比一般电子书更能激发学生的学习动机，比没有 AI 教学代理的电子书更具吸引力。学习满意度的结果分析表明，实验组在学习满意度方面优于对照组，这意味着学生认为结合了 AI 教学代理的电子书与没有教学代理的电子书相比更有利帮助他们学习。

总之，结合 AI 教学代理的电子书学习系统不仅能够减轻教师的负担，也能利于学生的学习。这样的电子书学习系统有望成为教育电子书发展的方向，同时也证明了 AI 在教育领域中的潜力。本研究为电子书和教学代理领域提供了一个参考。然而也存在一些局限性，最广受诟病就是 AI 由于精度的原因还不能真正代替教师传授知识。考虑到这一因素，后续可以使用精度更高的 AI 去研究。虽然存在一些争议，但把 AI 整合到教学代理和电子书中也是一个可行的方向。

## 参考文献

- [1] Sun, L. and Pan, C.E. (2021) Effects of the Application of Information Technology to E-Book Learning on Learning Motivation and Effectiveness. *Frontiers in psychology*, **12**, Article 752303.
- [2] Radović, S., Radović, M., Veljković, K. and Marić, M. (2018) Examining the Effects of Geogebra Applets on Mathematics Learning Using Interactive Mathematics Textbook. *Interactive Learning Environments*, **28**, 32-49. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1512001>
- [3] Sung, H., Hwang, G., Chen, C. and Liu, W. (2019) A Contextual Learning Model for Developing Interactive E-Books to Improve Students' Performances of Learning the Analects of Confucius. *Interactive Learning Environments*, **30**, 470-483. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1664595>
- [4] Furenes, M.I., Kucirkova, N. and Bus, A.G. (2021) A Comparison of Children's Reading on Paper versus Screen: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, **91**, 483-517. <https://doi.org/10.3102/0034654321998074>
- [5] Korat, O. and Shamir, A. (2012) Direct and Indirect Teaching: Using E-Books for Supporting Vocabulary, Word Reading, and Story Comprehension for Young Children. *Journal of Educational Computing Research*, **46**, 135-152. <https://doi.org/10.2190/ec.46.2.b>
- [6] Barnyak, N.C. and McNelly, T.A. (2015) The Literacy Skills and Motivation to Read of Children Enrolled in Title I: A Comparison of Electronic and Print Nonfiction Books. *Early Childhood Education Journal*, **44**, 527-536. <https://doi.org/10.1007/s10643-015-0735-0>
- [7] Alice Chen, M., Hwang, G., Majumdar, R., Toyokawa, Y. and Ogata, H. (2021) Research Trends in the Use of E-Books in English as a Foreign Language (EFL) Education from 2011 to 2020: A Bibliometric and Content Analysis. *Interactive Learning Environments*, **31**, 2411-2427. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1888755>
- [8] Stirling, A. and Birt, J. (2013) An Enriched Multimedia E-Book Application to Facilitate Learning of Anatomy. *Anatomical Sciences Education*, **7**, 19-27. <https://doi.org/10.1002/ase.1373>
- [9] Tlili, A., Zhao, J., Yang, K., et al. (2024) Going beyond Books to Using E-Books in Education: A Systematic Literature Review of Empirical Studies. *Interactive Learning Environments*, **32**, 2207-2231.
- [10] Seel, N.M. (2011) Encyclopedia of the Sciences of Learning. Springer Science & Business Media.
- [11] Sikström, P., Valentini, C., Sivunen, A. and Kärkkäinen, T. (2022) How Pedagogical Agents Communicate with Students: A Two-Phase Systematic Review. *Computers & Education*, **188**, Article ID: 104564. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104564>
- [12] Lee, S., Wang, T., Hwang, G. and Chang, S. (2018) Effects of the Use of Interactive E-books by Intensive Care Unit Patients' Family Members: Anxiety, Learning Performances and Perceptions. *British Journal of Educational Technology*, **50**, 888-901. <https://doi.org/10.1111/bjet.12611>
- [13] Rockinson-Szapkiw, A.J., Courduff, J., Carter, K. and Bennett, D. (2013) Electronic versus Traditional Print Textbooks:

- A Comparison Study on the Influence of University Students' Learning. *Computers & Education*, **63**, 259-266. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.11.022>
- [14] Tang, K. (2021) Paradigm Shifts in E-Book-Supported Learning: Evidence from the Web of Science Using a Co-Citation Network Analysis with an Education Focus (2010-2019). *Computers & Education*, **175**, Article ID: 104323. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104323>
- [15] Yohannes, A., Chen, H. and Chang, C. (2023) Effect of an Interactive E-Book on Middle School Students' Mathematics Reading and Spatial Ability. *Educational Technology Research and Development*, **71**, 1869-1886. <https://doi.org/10.1007/s11423-023-10225-0>
- [16] Lin, C. (2016) Learning English with Electronic Textbooks on Tablet PCs. *Interactive Learning Environments*, **25**, 1035-1047. <https://doi.org/10.1080/10494820.2016.1242505>
- [17] Sung, H., Hwang, G. and Yen, Y. (2015) Development of a Contextual Decision-Making Game for Improving Students' Learning Performance in a Health Education Course. *Computers & Education*, **82**, 179-190. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.11.012>
- [18] Swanson, E., Austin, C.R., Stewart, A.A. and Scammacca, N. (2020) A Meta-Analysis Examining the Effect of E-Book Use on Literacy Outcomes for Students in Grades K-12. *Reading & Writing Quarterly*, **36**, 480-496. <https://doi.org/10.1080/10573569.2019.1696724>
- [19] Shamir, A. and Shlafer, I. (2011) E-books Effectiveness in Promoting Phonological Awareness and Concept about Print: A Comparison between Children at Risk for Learning Disabilities and Typically Developing Kindergarteners. *Computers & Education*, **57**, 1989-1997. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.05.001>
- [20] Kim, Y. and Baylor, A.L. (2015) Research-based Design of Pedagogical Agent Roles: A Review, Progress, and Recommendations. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, **26**, 160-169. <https://doi.org/10.1007/s40593-015-0055-y>
- [21] Winkler, R., Hobert, S., Salovaara, A., Söllner, M. and Leimeister, J.M. (2020) Sara, the Lecturer: Improving Learning in Online Education with a Scaffolding-Based Conversational Agent. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Honolulu, 25-30 April 2020, 1-14. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376781>
- [22] Lester, J.C., Converse, S.A., Kahler, S.E., Barlow, S.T., Stone, B.A. and Bhogal, R.S. (1997) The Persona Effect: Affective Impact of Animated Pedagogical Agents. *Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Atlanta, 22-27 March 1997, 359-366. <https://doi.org/10.1145/258549.258797>
- [23] Unal-Colak, F. and Ozan, O. (2012) The Effects of Animated Agents on Students' Achievement and Attitudes. *Turkish Online Journal of Distance Education*, **13**, 96-111.
- [24] WANG, F., LI, W., XIE, H. and LIU, H. (2017) Is Pedagogical Agent in Multimedia Learning Good for Learning? A Meta-analysis. *Advances in Psychological Science*, **25**, 12-28. <https://doi.org/10.3724/sp.j.1042.2017.00012>
- [25] Davis, R.O., Vincent, J. and Wan, L. (2021) Does a Pedagogical Agent's Gesture Frequency Assist Advanced Foreign Language Users with Learning Declarative Knowledge? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, **18**, Article No. 21. <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00256-z>
- [26] Mayer, R.E. and DaPra, C.S. (2012) An Embodiment Effect in Computer-Based Learning with Animated Pedagogical Agents. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, **18**, 239-252. <https://doi.org/10.1037/a0028616>
- [27] Jin, S.A. (2010) The Effects of Incorporating a Virtual Agent in a Computer-Aided Test Designed for Stress Management Education: The Mediating Role of Enjoyment. *Computers in Human Behavior*, **26**, 443-451. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2009.12.003>
- [28] Hwang, G.J. and Lai, C.L. (2017) Facilitating and Bridging Out-of-Class and in-Class Learning: An Interactive e-Book-Based Flipped Learning Approach for Math Courses. *Journal of Educational Technology & Society*, **20**, 184-197.
- [29] Shiban, Y., Schelhorn, I., Jobst, V., Hörmlein, A., Puppe, F., Pauli, P., et al. (2015) The Appearance Effect: Influences of Virtual Agent Features on Performance and Motivation. *Computers in Human Behavior*, **49**, 5-11. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.01.077>
- [30] Nielsen, T.M.J., Smith, G.G., Sikkema-de Jong, M.T., Drobisz, J., van Horne, B. and Bus, A.G. (2017) Digital Guidance for Susceptible Readers: Effects on Fifth Graders' Reading Motivation and Incidental Vocabulary Learning. *Journal of Educational Computing Research*, **56**, 48-73. <https://doi.org/10.1177/0735633117708283>
- [31] Zhao, J., Hwang, G., Chang, S., Yang, Q. and Nokkaew, A. (2021) Effects of Gamified Interactive E-Books on Students' Flipped Learning Performance, Motivation, and Meta-Cognition Tendency in a Mathematics Course. *Educational Technology Research and Development*, **69**, 3255-3280. <https://doi.org/10.1007/s11423-021-10053-0>
- [32] Lee, Y., Chen, P. and Cheng, S. (2023) Improve Learning Retention, Self-Efficacy, Learning Attitude and Problem-Solving Skills through E-Books Based on Sequential Multi-Level Prompting Strategies. *Education and Information Technologies*, **29**, 3663-3680. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11994-0>

- 
- [33] Bidarra, J., Figueiredo, M. and Natálio, C. (2015) Interactive Design and Gamification of eBooks for Mobile and Contextual Learning. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*, **9**, 24-32.  
<https://doi.org/10.3991/ijim.v9i3.4421>
  - [34] Wang, L. and Chen, M. (2010) The Effects of Game Strategy and Preference-matching on Flow Experience and Programming Performance in Game-Based Learning. *Innovations in Education and Teaching International*, **47**, 39-52.  
<https://doi.org/10.1080/14703290903525838>
  - [35] Chu, H., Hwang, G., Tsai, C. and Tseng, J.C.R. (2010) A Two-Tier Test Approach to Developing Location-Aware Mobile Learning Systems for Natural Science Courses. *Computers & Education*, **55**, 1618-1627.  
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.07.004>