

“政校生”三维协同的联邦学习精准育人模型

夏玉涛，付瑞^{*}，韩姣，左益嘉，张玉涛
潍坊科技学院信息科学与工程学院，山东潍坊

摘要：互联网技术持续深化背景下国内高校“数据壁垒”与“信息茧房”问题日益突出，造成教育资源配置失衡且导致学生认知固化，这已成为阻碍教育公平推进的核心问题。为化解数据高效利用与个人隐私保护的突出矛盾，本研究构建基于联邦学习的高校协同育人模型，该模型依托中央服务器统筹各参与高校协作，秉持“数据留存在本地、模型跨校流转”原则完成多方联合训练，融入差分隐私、同态加密等前沿安全技术从源头上防范数据泄露隐患。同时创新构建“政校生”三维协同路径支撑体系，政府承担宏观调控职责落实政策监管，高校发挥纽带作用上传相关数据并分发政策适配模型，学生主动分享学习行为数据获取定制化服务，三方高效联动实现科学化治理与精准化育人，推动高校育人模式革新升级。该模型助力资源相对短缺的高校排查教学短板、探索高效育人路径，为所有参与主体提供差异化与个性化教学实践参考基准，全面促进高等教育质量均衡发展与整体提升。

关键词：联邦学习；隐私保护；信息茧房；教育改革；高等教育

Three-dimensional collaborative federated learning precision education model of “political school students”

Yutao Xia, Rui Fu^{*}, Jao Han, Yijia Zuo, Yutao Zhang

School of Information Science and Engineering, Weifang University of Science and Technology, Weifang,
Shandong

Abstract: Under the background of the continuous deepening of Internet technology, the problems of “data barriers” and “information cocoons” in domestic colleges and universities have become increasingly prominent, resulting in an imbalance in the allocation of educational resources and the solidification of students’ cognition, which has become the core problem hindering the advancement of educational equity. In order to resolve the outstanding contradiction between the efficient use of data and the protection of personal privacy, this study constructs a collaborative education model in colleges and universities based on federated learning. The model relies on a central server to coordinate the cooperation of participating colleges and universities, and adheres to the principle of “data retention in the local area, model cross-school circulation” to complete multi-party joint training. It integrates cutting-edge security technologies such as differential privacy and homomorphic encryption to At the same time, it innovates and builds a three-dimensional collaborative path support system for “political school students”. The government assumes the responsibility of macro-control to implement policy supervision. Universities play a role as a link to

*通讯作者：付瑞，潍坊科技学院信息科学与工程学院，副教授。

upload relevant data and distribute policy adaptation models. Students take the initiative to share learning behavior data to obtain customized services. The three-way efficient linkage realizes scientific governance and accurate education, and promotes the innovation and upgrading of the education model in colleges and universities. The model helps universities with relatively short resources to investigate teaching shortcomings and explore efficient education paths. It provides reference benchmarks for differentiated and personalized teaching practices for all participants, and comprehensively promotes the balanced development and overall improvement of higher education quality.

Keywords: Federated Learning; Privacy Protection; Information Cocoons; Education Reform; Higher Education

1 引言

高等教育信息化建设不断推进，各类高校已沉淀下规模庞大的教学相关数据。当前高校教育领域正遭遇“数据壁垒”与“信息茧房”的严峻挑战，导致资源隔阂与分配失衡，成为阻碍教育公平实现的主要问题。互联网技术的持续发展，也对数据利用过程中保障学生隐私安全提出了更为严格的标准。习近平总书记指出，“中国高度重视人工智能对教育的深刻影响，积极推动人工智能和教育深度融合，促进教育变革创新，充分发挥人工智能优势，加快发展伴随每个人一生的教育、平等面向每个人的教育、适合每个人的教育、更加开放灵活的教育”[1]。在这种情况下，联邦学习作为“数据可用不可见”的新型技术范式，为破解这一多重难题提供了可行路径。本文构建一种基于联邦学习（Federated Learning, FL）的跨校协同育人模型搭建框架，该框架支持各高校在不对外披露本地原始数据的前提下，联合训练出一个全局化、高性能的教学效果预测及干预模型，既能够切实保障学生隐私安全，又能充分挖掘各校数据潜在价值，打破信息茧房的束缚。人工智能技术与教学深度融合，为教师及学习者提供了卓越教材、智能学习场景及定制化授课的新机遇[2]。

2 背景与问题

2.1 联邦学习概念

联邦学习最早由 Brendan McMahan 等提出，

他们将联邦学习应用于谷歌输入法 Cboard 系统，实现输入法的候选词预测[3]。因为联邦学习“数据不动，模型动”的模式，逐渐被运用到医疗，金融等领域。联邦学习的系统模型由中央服务器与数据拥有者或参与者组成[4]，在不共享原始数据的前提下共同训练模型。联邦学习可以在云边端构建分布式、安全的计算环境，以适应数据隐私保护和实时性要求高的应用场景[5]。运用到教育领域当中，就是由政府、参与高校和学生共同训练出一个不涉及隐私数据直接共享的教育模型。

2.2 现实困境

当前，各高校教学数据不对外交流共享，往往自成一体，形成了封闭的“数据孤岛”。这导致其教学体系过度依赖内部数据，就产生了严重的路径依赖与视野局限。在这种情况下，资源匮乏的高校因为缺少必要的数据支撑与参考模版，教育改革之路举步维艰，而资源优渥的高校，其成熟的育人模式也无法实现有效的共享与辐射。最终，整个高等教育领域都受限于碎片化的数据，无法形成具有广泛说服力和适应性的育人模式。而且，《中华人民共和国个人信息保护法》为自然人的个人信息权益提供了刚性法律保障，明确要求学生个人信息受到严格保护[6]。基于此，传统集中式教育数据共享模式就无法服务于高等教育。在这种情况下，我们提出构建一种基于联邦学习的高校协同育人模型，旨在不交换原始数据的前提下，通过加密的模型参数

交互，汇聚各校数据共同训练更智能、更普适的育人人工智能模型，从而为打破数据壁垒、构建可信协同的教育新生态提供了富有前景的解决方案。

2.3 技术机遇

在此背景下，基于联邦学习（Federated Learning, FL）的跨校协同育人模型为破解上述困境提供了技术机遇。该模型基于“数据不动模型动”的分布式架构，在中央服务器的统一调度下，各参与高校仅需上传经加密处理的模型参数更新，全程不涉及原始数据交换，从机制层面彻底规避了数据泄露与合规风险。通过融合差分隐私、同态加密等前沿隐私计算技术，该架构在严格保障各参与方数据主权的前提下，实现了跨域知识的协同挖掘与安全融合，为构建可信、高效的高校协同育人新范式提供了坚实的技术基础。

3 基于联邦学习的高校协同育人模型框架设计

3.1 模型架构

基于联邦学习的高校协同育人模型以联邦学习技术为核心支撑，搭建起“联邦学习中央服务器—参与高校客户端”的双层架构模式，联邦学习中央服务器的任务是全局模型初始化、安全聚合运算、评估收敛状态及迭代过程控制等，涵盖“全局模型初始化”“FedAvg安全聚合”“模型评估与收敛判定”“全局最终模型”等核心功能模块，参与高校客户端是提供高校A、B、C的本地数据，这类数据囊括各高校教学资源内容、学生行为动态、师生互动形式、就业市场反馈等多元育人相关信息，构成模型训练的底层数据基础。该模型的运行逻辑围绕“模型分发—本地训练—加密上传—权重聚合—评估判断—迭代优化或终止”的闭环推进，中央服务器先完成全局模型初始化的操作，然后分发给所有参与高校，各高校凭借自身专属的本地育人数据开展模型训练工作，之后将加密处理后的模型权重上传至中央服务器，这个过程中所有的原始数据均存储于本校本地，从机制层面筑牢数据隐私防护屏障，而中央服务器通过 FedAvg 安全聚合技术对所

有高校的加密模型权重实施聚合处理，生成全新全局模型，这种方法既实现模型协同优化目标，又彻底杜绝原始数据外泄风险，然后中央服务器对聚合后的全局模型进行严格的评估与收敛判定，若模型未达到收敛标准则再次分发，重复“本地训练—加密上传—权重聚合”流程持续迭代，若已满足收敛要求则生成全局最终模型，完成整个训练周期。

3.2 模型价值

该模型的核心价值是能够精准解决高校协同育人场景下的数据壁垒、隐私防护与资源共享难题，在数据隐私保护层面，各高校育人数据全程实行本地化存储管理，仅传输加密后的模型权重，从技术根源上避免了数据泄露的隐患；从跨校资源协同来看，无需共享原始数据，通过模型聚合就可以让各高校的优质课程资源、实训实践项目、就业合作网络等育人要素实现“隐性协同”；就全局模型应用而言，最终形成的全局模型融合多校育人经验与数据价值，可广泛应用于跨校选课智能推荐、联合实训效果预测、就业竞争力综合分析等场景，推动育人决策向智能化、协同化方向升级。综上，该模型以联邦学习为技术底座，让高校在保障数据隐私安全的前提下实现育人数据与资源的深度协同共享，通过全局模型的持续迭代优化，为高校协同育人提供了兼具智能化特性与隐私友好性的创新技术方案。

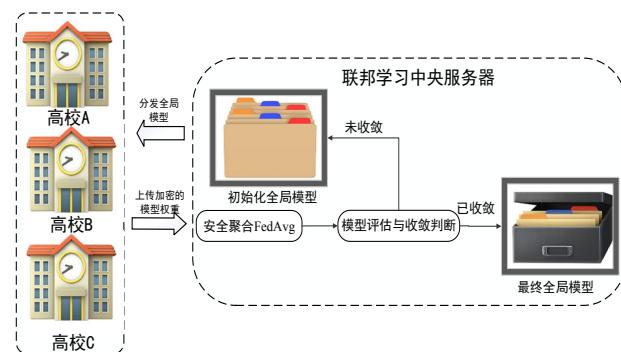


图1. 基于联邦学习的高校协同育人模型

4 具体应用

4.1 “政校生”三维协同育人路径

在政府层面，基于联邦学习的高效协同育人模

型涵盖全域高校教学管理、区域教育资源等多源数据，能够精准了解教育发展全局动态，从而制定出科学、透明的教育政策并实施有效监管。可以通过该模型分析出不同区域高校的课程发展情况、师资力量分布等数据，政府可针对性地推动区域教育资源均衡配置，助力教育公平与质量的双向提升。

对于参与高校而言，数据库的存储容量是有限的，这与日益增长的数据信息是冲突的，若师生和相关部门的数据信息不能及时记录、传递，高校不能获取实时信息，将会影响师生及相关部门的学习工作[7]。模型的出现会有效解决这个问题，它们将本校的教学数据安全上传至联邦学习模型，并从模型中获取基于多校数据训练的全局政策模型。这意味着高校既能通过上传本地数据为政府宏观调控提供数据支持，又能通过该模型为自己学校的发展改革找到思路。根据多校协同的课程偏好数据调整本校课程结构，依据师资配置的全局最优模型优化师资队伍建设，在与其他高校的协同中不断提升教学的针对性与育人成效，打破传统高校间的信息壁垒与资源孤岛。

学生群体是该模型的最终受益者，通过向联邦学习模型上传个人学习行为数据，在“数据不出个人设备”的隐私保护机制下，获得模型反馈的个性化服务模型。个性化联邦学习是在保留联邦学习数据隐私和分布式协作特性的同时，设计算法或策略，使每个客户端能够获得满足自身需求的个性化模型[8]。该模型可精准生成涵盖个性化学习路径规划、学科薄弱点靶向资源推荐、甚至是职业发展方向预判的学业支持方案，让学生在保障数据隐私的前提下，享受到适配自身成长节奏的精准教育服务，实现从“被动受教”到“个性化发展”的转变。使学生可以自由的选择学习内容与形式，赋予其极大的自主权，在很大程度上促进研讨式教学、学生自我探索和自我完善等多元教学模式的发展，从而中心化学习者在教学生态中的角色[9]。

联邦学习模型作为串联三方的技术核心支撑，依托“数据可用不可见”的专属特性让政府宏观教育治理、高校中观教学创新与学生微观个性化发展在数据隐私安全得到保障的基础上实现深度协同联

动。各参与方数据仅在本地开展加密运算借助模型参数共享完成协同训练既有效防范数据泄露隐患又从根本上破解教育领域长期存在的数据孤岛问题。这一体系最终推动构建起“政府政策借数据洞察更具科学精准性、高校教学靠全局模型实现协同优化升级、学生发展凭个性服务达成多元出彩成效”的现代化高校协同育人支持生态为新时代教育高质量发展提供技术赋能、多方联动的创新实践范式。

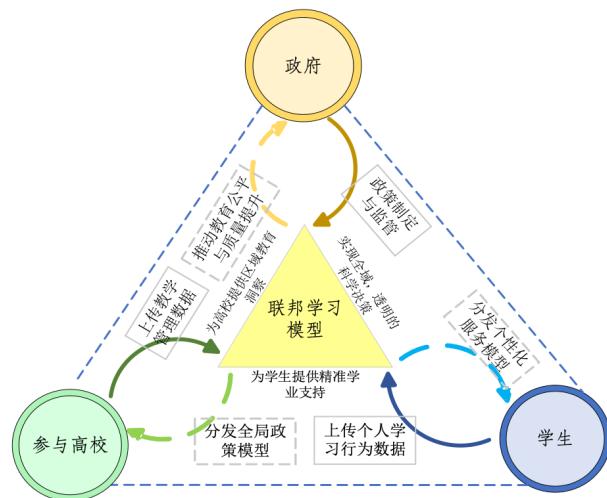


图2. “政校生”三维协同育人路径模型

4.2 精准育人

精准学业预警与帮扶，从“事后补救”到“事前干预”。在传统的教育模式下，学业预警往往基于单一学生挂科率等滞后指标，常常在发生问题后才进行补救，往往于事无补。而该模型是多维度特征融合、早期精准预警和触发精准帮扶。

多维度特征不仅包括成绩趋势，还融合不同高校学生的在线学习平台活跃度、图书馆借阅规律和匿名心理数据等，构建一个立体完整的学生发展模型。早期精准预警可通过访问核心电子材料、课程到达率等实现精准预警。一旦触发预警，可通过提醒学生本人和联系导师等方式进行帮扶。跨学科个性化资源推荐，打破“数据壁垒”和“信息茧房”。模型通过分析各高校学生在保护隐私下的匿名化学习行为序列发现隐藏的、跨学科的“知识路径”关联。比如发现正在学习“数据科学”的学生，如果加以辅修“认知心理学”课程，在“人机

“交互”项目上的表现会显著提升。或者模型会通过学生的个性化表现、兴趣和学习方式等行为，精准推荐适合学习的课程。科学职业生涯规划，连接“宏观趋势”与“微观个体”。现在学生的职业规划往往因为滞后的就业报告和个人有限的认知与快速发展的产业脱节。模型会融合政府的宏观数据和高校的微观数据，构建一个“生涯发展智能导航模型”。让学生在导航模型中找到适合自己的工作，或者自己想要的工作还需要学习补充哪些课程知识。前瞻且有数据支撑的规划建议，有助于学生进行科学的职业规划。

5 总结

当前，模型也存在一些挑战。架构仍易遭受隐私泄露威胁面临诸如针对模型训练、参数共享或参与方行为的攻击[10]。希望挑战能得到解决，早日将“政校生”三维协同育人路径模型运用到高等教育领域。本文系统论述了“政校生”三维协同育人路径模型的必要性与可行性。该模型为解决教育数据隐私与价值挖掘之间的矛盾提供了创新方案，是打破高校信息茧房、促进教育公平、助力个性化教育改革的有力工具。同时为各高校提供了基于广泛数据支撑的精准育人思路优化路径，体现了技术赋能教育公平与质量提升的双重价值。通过技术赋能重新定义了政府、高校和学生在数字化教育生态中的角色与关系。未来，随着法规的完善和技术的进步，该模型有望成为构建未来智慧教育新生态的核心基础设施。

致谢

本文由以下基金项目资助：中国博士后

科学基金（2024M752301）；山东省自然科学基金（ZR2023MF048）；山东省社会科学规划（2023JCXK017）；潍坊科技学院A类博士科研基金（KJRC2024006）。

参考文献

- [1] 环球网.习近平向国际人工智能与教育大会致贺信[EB/OL].[2019-05-16].<https://world.huanqiu.com/article/9CaKrnKkx5a>.
- [2] 苏燕.人工智能背景下的教育改革探索——评《人工智能与教育:智能教育新时代》[J].中国教育学刊,2024,(12):114.
- [3] 周国娟.联邦学习发展现状与展望[J].网络安全技术与应用,2025,(10): 61-64.
- [4] 李默妍.基于联邦学习的教育数据挖掘隐私保护技术探索[J].电化教育研究,2020,41(11):94-100.
- [5] 胡荣磊,刘思惠,段晓毅,等.基于区块链的分层联邦学习系统[J/OL].电子学报,1-18[2025-11-07].
- [6] 全国人民代表大会官方网站.中华人民共和国个人信息保护法(EB/OL). 2021-08-20(2025-11-10). http://www.npc.gov.cn/c2/c30834/202108/t20210820_313088.html.
- [7] 郭丽彬,王宜举.基于AI大模型的高校信息平台智能教育生态改革与探索[J].高教学刊,2025,11(30):25-28.
- [8] 汪永好,肖峰,万弘友.个性化联邦学习算法综述 [J/OL].计算机技术与发展,1-11[2025-11-07].
- [9] 蒲菊华,熊璋.人工智能与教育融合促进高等教育改革 [J].中国高等教育,2021,(20): 19-21.
- [10] 平源,张云航,吴文红,等.联邦学习中的安全、隐私及攻防迁移技术研究[J/OL].重庆邮电大学学报(自然科学版),1-14[2025-11-07].

