

人工智能技术支持的教育领域 内容自动生成框架设计

□文 / 王琦、季尚鹏



王琦

北京师范大学教育学部 2016 级博士生，主要研究方向为计算机教育应用，包括移动学习和泛在学习关键技术研究、适应性学习、知识图谱教育应用、人工智能教育应用。

北京师范大学教育学部 2017 级硕士生，主要研究方向为计算机教育应用，包括移动学习和泛在学习关键技术研究、学习资源进化机制研究。

季尚鹏



人工智能技术的发展将深深影响教育行业，当下教育环境中传统教学手段和教学方式难以满足学生个性化的学习需求，不能适应未来数据驱动教学等新型的教学方式。本文从技术的角度出发，梳理了人工智能技术在内容自动生成方面成功的应用案例，分析了教育领域内容自动生成方面的潜在需求，并建立了教育领域的内容生成服务框架，最后通过在线评论的自动评价，有效性地对该框架的可行性进行了论证，期望对未来教育领域内容自动生成提供思路和启示。

一、前言

近年来,新技术已经越来越多地应用于正式学习和非正式学习,并解决了教育教学中的诸多问题,学习由预设固化、内容统一逐渐演变为追求个性化、适应性 [1]。而在这种学习个性化的发展过程中,教师需要耗费更多的时间精力满足学习者的个性化需求,也给其带来了更加严峻的挑战。从教师工作的典型业务来看,主要包括:(1)试题自动生成;(2)试卷自动生成;(3)评语自动生成;(4)学生问题解答自动生成;(5)教学资源自动生成;(6)学习活动与工具自动生成;(7)个性化作业自动生成;(8)个性化学习分析报告自动生成;(9)教学设计方案自动生成;(10)学期/年度工作总结自动生成 [2]。从上述典型业务的分类来看,涉及了内容、规则、风格和策略等方面的生成。近几年人工智能领域涌现的新技术在解决上述问题过程中积累了重要的经验,通过总结我们发现,当前人工智能领域的内容自动生成可以分为如下层次:(1)在已有内容基础上的总结和提炼,该层次中内容模板发挥了重要作用,新闻的生成是典型应用 [3-5];(2)抽象风格的抽取和自动叠加,该层次通过深度学习算法主要实现了难以量化的抽象风格的识别,典型应用为绘画的自动生成 [6,7];(3)类似的在音乐自动生成领域,研究者实现了对表现风格、音符组织规则和内容叠加策略的综合模拟 [8];(4)而在会话自动生成过程中则主要依赖已有会话库,实现对复杂规则的表达、模拟和生成 [9-12];(5)围棋领域的棋谱自动生成,则是自动生成技术在高复杂度策略生成上的突破,实现了知识从无到有,再到专业化的进化 [13,14]。这些自动生成的实践与教育领域内的内容自动生成应用存在共性,同时也有区别,如何结合已有的生成技术为教育领域的自动生成需求提供参考将是本文的重点。

二、教育领域的内容生成的应用领域及实现思路

试题自动生成

试题是考查学习者对知识的掌握和理解情况,并进行改进的重要手段,传统教学中试题均由教师编制,这一过程多建立在教师对知识点和教学目标的主观理解上,对于

[1] 余胜泉. 学习资源建设发展大趋势(下)[J]. 中国教育信息化, 2014(03):3-6+32.

[2] 余胜泉. 人工智能教师的未来角色[J]. 开放教育研究, 2018, 24(1): 16-28.

[3] Tormoe R. Learn to Stop Worrying and Love Robot Journalists[J]. Editor & Publisher, 2014, 147(9): 24-26.

[4] 陈小晰. 机器人新闻与记者稿件的对比[J]. 新闻记者, 2016, 9: 18-21.

[5] 陈玉敬, 吕学强, 周建设等. NBA 赛事新闻的自动写作研究[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2017, 53(2): 211-218.

[6] Gatys L A, Ecker A S, Bethge M. A neural algorithm of artistic style[J]. arXiv preprint arXiv:1508.06576, 2015.

[7] Goodfellow I, Pouget-Abadie J, Mirza M, et al. Generative adversarial nets[C]//Advances in neural information processing systems. 2014: 2672-2680.

[8] Chu H, Urtasun R, Fidler S. Song from pi: A musically plausible network for pop music generation[J]. arXiv preprint arXiv:1611.03477, 2016.

[9] Cuay á huitl H, Keizer S, Lemon O. Strategic dialogue management via deep reinforcement learning[J]. arXiv preprint arXiv:1511.08099, 2015.

[10] Cuay á huitl H. Simplesd: A simple deep reinforcement learning dialogue system[M]//Dialogues with Social Robots. Springer, Singapore, 2017: 109-118.

[11] Li J, Monroe W, Ritter A, et al. Deep reinforcement learning for dialogue generation[J]. arXiv preprint arXiv:1606.01541, 2016.

[12] Li J, Monroe W, Shi T, et al. Adversarial learning for neural dialogue generation[J]. arXiv preprint arXiv:1701.06547, 2017.

[13] Silver D, Huang A, Maddison C J, et al. Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search[J]. nature, 2016, 529(7587): 484.

[14] Silver D, Schrittwieser J, Simonyan K, et al. Mastering the game of go without human knowledge[J]. Nature, 2017, 550(7676): 354.

新手教师来讲这是一件难以把控的工作,而对于有经验的教师来讲,这是一件重复性较高的工作,目前针对不同知识点均建立了大量题库,因此可以以此为样本对新的题目进行自动生成。其步骤如下:(1)对已有题库进行知识点标注和重难点标注;(2)将标注完成的题目加入神经网络进行训练,抽取题目构成的特征集,即知识点、谓词等要素构成的特征原则,形成题目模板;(3)根据题目模板,抽取新的知识点和描述进行填充,形成新的题目。

试卷自动生成

传统的教学中试卷编制考虑要素众多,专家在进行权威试题和试卷编制过程(如高考、中考出题)中,通常会首先根据题目考查知识点、目标、题目难度层级、题目涉及知识广度层级等方面对题目进行分类、标注,进而根据试卷整体难度要求和需要达到的考核效果进行组卷。在此过程中,题目的获取、标注和组织是一套程式化的流程,可以通过机器的形式进行分析、归类和组合,从而形成标准化的试卷。一方面可以减轻教师的组卷负担,另一方面可以辅助新手教师更加快捷、高效地生成高质量测试。机器自动生成试卷的过程如下:(1)抽取教师的教学数据,确定考核单元及知识范围;(2)对已有试卷进行标注,确定不同难度试卷的试题的知识范围、题型分布和结构;(3)根据教师设置的单元和难度,结合前一步骤中已有试卷的结构及各个部分的题型和难度生成适应性的试卷结构;(4)从题库中抽取合适的题目对第三部分形成的试卷结构进行填充。

评语自动生成

评价反馈是促进学习问题诊断和改进的重要方面。在传统教学中,由于教师每天都要面对大量作业和测试的评价,在此压力下,教师的评价以分数评价和等级评价为主,缺少对不同学习者不同错误的个性化反馈,这也造成了学习者难以定位错误的核心问题,影响改进效果。而良好的评语和反馈需要结合题目考查知识点,并考虑不同学习者的学习风格、能力层级、题目作答情况等方面要素,有针对性地给出。这对于教师而言是一项重复性极强且工作量极大的工作,借助计算机进行评语生成可以促进反馈的效率和即时性,其基本步骤如下:(1)采集已有的作业、测试及其评语数据,并输入神经网络进行训练,形成关于不同类型题目的评价生成模型;(2)采集学习者作业、测试和个性化学习的作答数据;(3)将学生的作答输入到建立的评价生成模型中进行分类,输出对学习者的个性化评语 [15]。

学生问题解答自动生成

学习者在学习过程中会有类型各异的问题解答需求,一方面是知识性问题,如题

目的求解步骤,另一方面是非知识性问题,如学习策略方面的建议。在移动学习不断发展的背景下,学习更加随时随地,这也意味着教师难以实时地对学习者的问题给出反馈。与此同时,同类问题重复出现的概率较高,而教师则需要重复解答,在这种情况下,可以借助人工智能技术,参照会话生成的基本方法实现对问题的自动解答:(1)通过人工标注和机器标注技术建立相对完善的问题库、策略库、答案库、诊断库,同时将所有的问题-答案集合输入 LSTM 模型进行训练,形成答案的规则序列 G;(2)当学习者提问时抽取学习者问题标签,首先从问题库中查询答案和策略,如答案或策略存在,则直接输出;(3)若找不到合适的问题和策略,则结合抽取的问题标签和答案生成的规则序列 G 进行答案的机器生成。

教学资源生成

大数据时代,数字化教育资源(内部包含多个实体资源的复合型资源)呈现出数量繁多、内容丰富、形式多样等特征,但如何在海量的资源中,根据学习者的个性化特征,提供精准的资源推荐,成为一大难题。对于教师来说,一方面需要根据学习者需要,对现有学习资源进行选择利用;另一方面,针对特定需求,可能需要对现有资源进行二次开发,必要时需要重新设计,这给教师带来了极大的挑战。在未来的教育教学中,利用人工智能的手段在已有内容、资源基础上,生成适合不同学习者个性化需求的资源,这也是自动生成技术可以为教育教学提供的辅助[16]。其基本过程为:(1)教学资源的情境标注、学习风格标注、知识点和能力层级标注,利用神经网络对已标注资源的结构进行抽取,形成指导资源生成的框架;(2)当学习者参与学习时,系统感知其需求,根据上述框架形成符合当前需求的资源内部组织形式;(3)根据形成的框架,查询适合的实体资源进行填充和输出。

学习活动与工具生成

学习活动和工具是开展精准教学和个性化学习的重要一环,也是学习者接触、理解、内化学习内容的关键。良好的学习活动设计以及合适工具的选择,需要考虑多方面的因素,包括学习主体特征、学习资源选择、学习工具应用、交互方式设置、学习方式及教学方式的选取等。生成的学习活动和工具要结合学习者特征,满足不同层次学习者的需求,还要保证学习过程各个环节的连贯性与一致性。整个过程需要考虑的因素众多且各要素均需要经过精准分析才能确定,对于教师来说,为所有学习者设计适应性的活动和工具是不可能的,由此可以考虑利用计算机进行实现:(1)该过程需要考虑风格和能力等要素,因此可以参照音乐的生成,首先对已有的活动和工具进行学习风格、能力要求标注;(2)抽取学习者的学习行为信息,利用神经网络对学习行为进行归类,确定

学习者的能力和学习风格；（3）结合学习者的能力和学习风格，查询适合的学习活动和工具为学习者进行推荐。

个性化作业的生成

学习活动可以促进学习者的参与，而作业则是对学习效果的评估、诊断和强化。传统的作业千篇一律，缺乏对不同层次学习者的区分，造成了知识掌握好的学习者花费大量时间在已掌握内容上，失去学习新知识的时间，影响学习者的个性化发展。而知识掌握不好的学习者则受困于作业题目，难以进行有效的复习和巩固。而针对不同学习者设计个性化的作业同样需要建立在了解学习者个性化特征的基础上，进行重复性的作业问题设计和选择，对于一对多的教师来讲，这是一件难以完成的任务，而为了提升学习者的作业效率和教师的作业针对性，有必要利用计算机进行个性化作业自动生成。生成的基本流程如下：（1）抽取学习者的过程性学习信息，建立学习者知识模型、能力模型和学习风格模型；（2）根据建立的学习者模型，从题库中抽取具备相应知识点标注、能力标注和学习风格标注的题目构成个性化作业；（3）根据作业的作答情况更新学习者模型算法，提高下一次生成的适应性。

个性化学习分析报告自动生成

个性化学习分析报告可以通过对学习者的行为状态、情感状态、知识状态的分析，准确模拟学习者画像，从而让教师和学习者直观地了解不同个体的特征、学习风格、知识结构、认知能力、情感态度等。同时，可以根据对异常行为的分析，诊断学习者的潜在问题并给出解决方案。由此可见，个性化学习分析报告的精准性需要大量数据的收集和分析，因此利用机器生成报告的需求更加迫切。生成的基本步骤为：（1）利用已有的学习者行为信息、情感信息和知识状态信息训练学习者评价分类的神经网络；（2）将神经网络作为分类器和评价生成器加入个性化学习分析系统；（3）采集新的学习者学习过程中产生的交互行为、身体状态信息，利用神经网络进行判别、问题诊断和评价报告的输出。

教学设计方案的自动生成

教学设计是教育教学中的重要环节。在传统的教学中，教师经过学习者分析、目标分析、内容设计、策略设计以及评价设计等流程形成高质量的教学设计方案。随着教学模式的多样化、情境的泛在化、学习者对个性化的重视，为满足学习者在不同情境下的个性化学习，亟须多样化的教学设计方案，这对于教师来说是极大的挑战。利用人工智能技术通过分析学习者、情境、模式特征，生成个性化的教学设计方案至关重要，其

流程为: (1)将已有的优质教学方案和评课结果作为训练样本进行训练,形成关于情境-内容匹配、策略-内容匹配、目标-内容匹配、学习者特征-内容匹配以及排序的模型; (2)收集教师的教学信息,包括教授内容信息、适合采用教学策略信息、学习者信息等; (3)将抽取信息放入训练生成的教学设计生成模型,确定适合的教学设计模板、各个环节的特征; (4)根据教学设计各环节特征抽取资源、活动、工具进行填充 [17]。

学期 / 年度工作总结自动生成

在学期或学年结束后,教师需要进行阶段总结,而在一个阶段内涉及内容较多、时间较长,梳理报告耗时较长。而计算机通过对过往数据的统计和分析,可以准确地反映教师在过去一个阶段内的优势、问题,并提出个性化的改进建议。学期 / 年度总结生成的基本思路为: (1)利用已有的优质教学案例、听课案例和神经网络训练模型,建立关于教学、教研的标准化行为模型,包括不同等级的分类特征; (2)抽取教师过去一个阶段的教学数据、教研数据以及其他听课教师对其的评价数据; (3)以教师个性化教学数据、教研数据为基础与标准化行为模型进行对比,输出其在教学过程中的优势、不足以及各个行为的统计量。

三、基于教育领域内容生成需求的内容自动生成服务框架的归纳

(一) 教育领域内容自动生成可行性

通过对各个领域内容自动生成应用的分析可以发现,计算机自动生成过程可以划分为以下几个步骤: (1)业务分析,即明确生成的目标; (2)数据准备,收集支持内容自动生成的数据作为样本,建立生成模型; (3)将新的应用情境下的学习者信息和情境信息放入建立的模型进行分类,确定需要生成内容的类别,从而确定适合采用的策略、风格要求; (4)根据分类结果从数据库抽取匹配数据、资源等进行填充,生成相应的内容。从第三部分可知,教育领域中的很多需求均是结构化的内容,符合第二部分中总结的计算机内容生成的基本原理。

实现对教育领域内容的自动生成,还需要确定教育领域内容生成影响要素的分类依据,通过对教育领域不同自动生成需求的分析来看,目前教与学流程中的内容生成需求及其要素如表 1 所示,具体到支持其生成的依据有:情境描述相关数据、策略规则相关数据、学习风格表征相关数据、知识结构描述相关数据、认知能力表征相关数据 [18]。而从第二部分中的人工智能领域已有的自动生成实践来看,上述要素均可通过对样本数据的采集、分析,并迁移人工智能领域已经实现的内容生成技术和实践,实现内容生成。这就为教育领域的内容生成实践提供了理论和技术上的可能性。

[17] 余胜泉,李晓庆.基于大数据的区域教育质量分析与改进研究[J].电化教育研究,2017,38(7):5-12.

[18] 蔡立炉,徐峰,刁永锋.基于构件的精品资源共享课自动生成系统研究[D],2013.

表 1: 教育领域内容自动生成需求

自动生成内容	自动生成依据
试题	知识结构、认知能力
试卷	知识结构、认知能力、策略
评语	学习风格、知识结构、认知能力、情感特征
问题解答	内容、问题解决策略、学习者知识结构、学习者情感特征
学习资源与工具	情境分类、学习风格、知识结构、认知能力
学习活动	情境分类、学习风格
个性化作业	学习风格、兴趣特点、知识结构、认知能力、情感状态等
个性化学习分析报告	学习风格、知识结构、认知能力
教学设计方案	学习风格、学习策略、知识结构、认知能力、资源活动
学期 / 年度工作总结	学习 / 教学风格、策略、交互行为、认知特征

(二) 教育领域内容自动生成服务框架

基于上述对教育领域内容自动生成技术、需求及其可行性的分析，本部分提出了教育领域内容自动生成服务框架，如图 1 所示，期望从实践的角度为教育领域内容自动生成提供思路和启示。

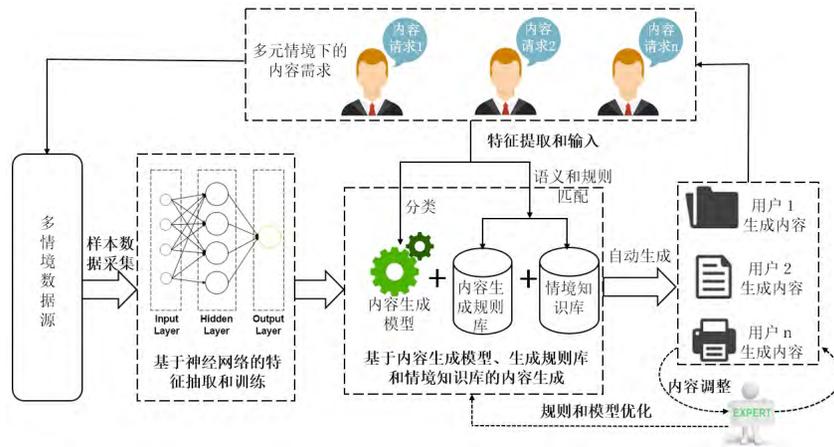


图 1: 教育领域内容自动生成服务框架

教育领域内容自动生成服务框架实现了教师和学习者教与学过程从需求到资源、服务的自动生成。其基本流程包括基于多情境数据源的样本采集、基于神经网络的样本特征抽取和训练、内容自动生成模型的建立、基于内容自动生成模型、内容生成规则库和情境知识库的内容自动生成、专家对生成内容的调整、基于专家调整结果的规则和模

型优化。

基于多情境数据源的样本采集：该流程是实现内容自动生成的数据基础，系统首先对学习者的教师教与学过程中应用的试题、试卷、资源、教学设计等进行抽取，然后依靠专家对其进行分类和标注，形成支持神经网络进行特征抽取和模型训练的样本，正如进行新对弈生成的已有棋局的收集和标注。

基于神经网络的特征抽取和训练：该步骤根据学习中的内容类型（type），获得相应类型已标注的内容，并对其特征抽取，得到分层的特征值列表，如对于教学设计的分层特征抽取，其基本步骤如音乐特征的抽取，将教学设计分为情境—内容匹配层、策略—内容匹配层、目标—内容匹配层、学习者特征—内容匹配层，分别抽取四层特征建立神经网络模型后，对四层神经网络模型进行叠加，形成适合教学设计生成的神经网络模型。

基于内容生成模型、生成规则库和情境知识库的内容生成：该环节一方面根据样本训练阶段建立的内容生成模型，对用户的特征进行分类，确定适合其学习的学习模板；另一方面通过系统构建的内容生成规则库，为模板附加相应的组织策略，确定待生成的教学内容包含的环节、所需的资源、工具和活动等；而情境知识库则为生成的内容进行封装，使得其以适合学习者的形式进行输出。

规则和模型优化：通过神经网络和知识规则本体库生成用户特定情境下适用的内容后，专家可以根据具体的应用情境对生成的内容进行调整，使其更加符合用户需求；而专家调整的交互信息则将作为对内容生成模型、规则的反馈，促进其持续调整和优化，进而适应不同情境下学习者的需求，生成更加个性化的、精准的内容。

最后用户的内容使用情况和评价反馈又将作为新的数据集对收益网络（Reward Network）进行训练并对原有神经网络模型和规则进行强化。

四、总结与展望

随着技术的不断变革，人们已经进入了智能时代，与此同时，教育领域也面临了人工智能变革的挑战。当下教育环境中，一方面，像教育资源、练习测试这类结构化良好的教育活动占用了教师大量的工作时间；另一方面，传统教学手段和教学方式难以满足学生个性化的学习需求，不能适应未来数据驱动教学等新型的教学方式。本文从技术的角度出发，梳理了人工智能技术在内容自动生成方面成功的应用案例，分析了教育领域内容自动生成方面的潜在需求，并建立了教育领域的内容生成服务框架，最后通过在线评论的自动评价有效性的验证对该框架的可行性进行了论证，期望对未来教育领域内容自动生成提供思路和启示。



查看内容精选