

# 强化学习在护理临床决策模拟训练中的应用现状研究

韩楠

西安翻译学院护理与康复学院 陕西省西安市 710105

**摘要:** 本文聚焦强化学习在护理临床决策模拟训练中的应用现状。阐述强化学习原理及其在医疗决策支持中的基础应用,分析其在护理临床决策模拟训练中的具体实践,指出当前应用存在的不足与挑战,并对未来发展方向进行展望,旨在为强化学习在该领域的进一步研究与应用提供参考。

**关键词:** 强化学习; 护理临床决策; 模拟训练; 应用现状

## 一、引言

随着医疗技术的不断进步,护理临床决策的质量对患者的治疗效果和预后有着至关重要的影响。模拟训练作为提升护理人员临床技能的关键手段,传统方式存在场景单一、反馈滞后等局限。强化学习作为一种从环境状态到动作映射的学习过程,具有通过试错学习最优策略的能力,为护理临床决策模拟训练带来了新的契机。深入研究强化学习在护理临床决策模拟训练中的应用现状,对于推动护理教育的发展和提高护理质量具有重要意义。

## 二、强化学习原理概述

强化学习是一种智能体通过与环境交互,依据环境反馈的奖励或惩罚来调整自身策略,以实现累积奖赏值最大的学习过程。其核心要素包括智能体、环境、状态、动作、奖励和策略。智能体作为学习的主体,根据环境提供的状态信息选择动作,环境根据智能体的动作给予相应的奖励反馈,并更新状态。策略则决定了智能体在不同状态下选择动作的规则,可以是确定性的或随机的。值函数用于衡量智能体在特定状态下遵循策略能够获得的累积奖励的期望值,常见的算法有值迭代、策略梯度、深度Q学习等。强化学习区别于监督学习和无监督学习,其特点在于学习过程中存在未知的未来状态和动作,需要通过不断的试错来优化策略。

## 三、强化学习在医疗决策支持中的基础应用

### (一) 疾病诊断辅助

在疾病诊断方面,强化学习可通过分析大量的医疗数据,学习疾病特征与诊断结果之间的关系,为医生提供诊断建议。例如,基于强化学习的模型可以对患者的症状、检查结果等数据进行处理,通过与历史诊断案例的对比和学习,

给出可能的疾病诊断,辅助医生更准确地判断病情。

### (二) 治疗方案优化

强化学习在治疗方案优化中发挥着重要作用。以心血管护理为例,基于离线强化学习的心血管护理模型,通过分析大量冠状动脉疾病患者的历史数据,包括患者的病情、治疗过程和预后等信息,优化冠状动脉血运重建决策。该模型能够根据患者的具体情况,动态调整治疗方案,显著提升了患者的预期心血管结局。在糖尿病管理和癌症治疗等领域,强化学习也被用于制定个性化治疗方案,通过不断调整治疗策略,提高治疗效果。

### (三) 患者管理

在患者管理方面,强化学习可以实现对患者的实时监测和动态管理。例如,通过对患者的生命体征、用药情况等数据的分析,强化学习模型可以预测患者的病情变化,及时调整护理措施,提高患者的护理质量和安全性。同时,强化学习还可以用于优化医疗资源的分配,根据患者的需求和病情严重程度,合理安排床位、医护人员等资源,提高医疗资源的利用效率。

## 四、强化学习在护理临床决策模拟训练中的实践

### (一) 动态场景生成

在传统护理模拟训练体系里,所设置的场景存在显著局限性,通常较为固定和单一,难以全面且真实地模拟出临床实际中复杂多变的情况。临床环境充满了不确定性和各种突发状况,患者的病情发展、对治疗的反应等都会因多种因素而呈现动态变化,传统场景无法有效还原这种特性,导致护理人员在模拟训练中难以获得足够全面和真实的经验积累。

强化学习技术的引入为护理模拟训练带来了革命性的

变革,使其能够动态生成多样化且贴近真实的临床场景。这一变革的核心在于构建基于强化学习的虚拟患者模型。该模型并非是静态的,而是具备高度的智能性和适应性。它能够依据护理人员所做出的决策行为以及环境的实时反馈,对患者的病情变化和治疗反应进行精准且实时的调整。

以模拟急救场景为例,在传统模拟训练中,虚拟患者的生命体征往往是预设好的固定数值,无论护理人员采取何种急救措施,生命体征的变化都缺乏真实性和动态性。而基于强化学习的虚拟患者模型则截然不同。当护理人员实施心肺复苏操作时,模型会根据操作的质量、频率等因素,实时调整虚拟患者的心率。如果心肺复苏操作规范且有效,患者的心率可能会逐渐恢复正常;反之,若操作存在失误或力度不当,心率可能会进一步恶化。同样,在除颤操作中,模型会根据除颤的时机、能量选择等因素,相应地改变患者的血压等生命体征。这种动态的调整机制为护理人员营造了一个更加真实、复杂的训练环境,使他们在虚拟环境中就能够接触到各种可能出现的临床情况,从而积累丰富的应对经验,提高在实际临床工作中应对复杂情况的能力。

## (二) 实时反馈提供

在护理临床决策模拟训练过程中,及时且准确的反馈对于护理人员提升决策能力至关重要。强化学习凭借其独特的机制,能够根据护理人员的决策行为提供实时、有效的反馈。

在模拟训练构建的虚拟环境中,护理人员被视为智能体。当智能体(护理人员)做出一个决策并选择相应的动作后,环境会立即给予相应的奖励或惩罚反馈。这种反馈机制是强化学习算法的核心特点之一,它能够快速地将决策的效果传达给护理人员。

例如,在模拟护理操作场景中,如果护理人员正确执行了某项护理操作,如准确地为患者进行静脉穿刺,系统会立即给予正向的奖励。这种奖励可以表现为多种形式,如分数增加,让护理人员直观地看到自己的操作得到了认可;或者弹出提示框,明确告知操作正确,增强他们的自信心和成就感。反之,如果护理人员在操作过程中出现错误,如静脉穿刺部位选择不当或操作手法有误,系统会迅速给予负向的反馈。负向反馈同样具有多种表现形式,分数减少可以让护理人员意识到自己的操作存在问题;而详细的错误原因提示则能够帮助他们明确问题所在,及时调整操作方法。

这种实时反馈机制具有显著的优势。它能够使护理人

员在模拟训练过程中及时了解自己的决策效果,无需等待训练结束后才能得到总结性的评价。通过即时的反馈,护理人员可以迅速调整自己的决策策略,避免在后续的操作中重复同样的错误。长期来看,这种机制有助于护理人员逐渐形成正确的决策思维模式,提高他们在面对实际临床问题时的决策能力和应对效率。

## (三) 个性化训练实现

在护理人员的培训过程中,每个人的学习能力、临床经验以及知识掌握程度都存在差异。传统模拟训练采用统一的标准和模式,难以充分考虑到这些个体差异,无法满足护理人员的个性化需求,导致部分人员可能觉得训练内容过于简单,而另一部分人员则可能感到困难重重,从而影响了培训效果。

强化学习技术的运用为解决这一问题提供了有效的途径,它能够实现个性化、定制化的培训方案。这一实现过程依赖于强化学习模型对护理人员相关数据的深入分析。

强化学习模型会收集并分析护理人员的学习进度数据,例如他们在模拟训练中完成各个任务的时间、正确率等指标。同时,还会对护理人员的决策能力进行评估,通过分析他们在不同临床场景下所做出的决策的质量和合理性。基于这些详细的数据分析,模型可以为每个护理人员量身定制适合他们的训练计划和场景难度。

对于经验较少的护理人员,系统会提供相对简单的临床场景。这些场景通常具有明确的问题和较为简单的解决方案,同时系统会给予更多的指导和提示。例如,在模拟基础护理操作场景中,系统会详细说明每一步操作的要点和注意事项,帮助新手护理人员逐步掌握操作技能。而对于经验丰富的护理人员,系统则会提供更具挑战性的场景。这些场景可能涉及复杂的病情判断、多任务处理以及紧急情况下的决策等,以进一步提升他们的综合能力。通过这种个性化的训练方式,每个护理人员都能够在适合自己的学习节奏和难度下进行训练,充分发挥自己的潜力,提高培训效果,从而更好地适应实际临床工作的需求。

## 五、现有研究的不足与挑战

### (一) 数据层面

医疗数据具有复杂性和敏感性的特点,这增加了数据获取与处理的难度。一方面,医疗数据涉及患者的隐私信息,数据的收集和使用需要严格遵守相关法律法规和伦理准则,

导致数据的获取受到一定限制。另一方面, 医疗数据的质量参差不齐, 存在数据不完整、不准确等问题, 这会影响强化学习模型的训练效果和准确性。此外, 不同医疗机构之间的数据标准不一致, 也给数据的整合和共享带来了困难。

### (二) 算法层面

强化学习算法的计算复杂度较高, 对计算资源的要求较高。在护理临床决策模拟训练中, 需要处理大量的患者数据和实时反馈信息, 这对算法的效率和性能提出了挑战。同时, 算法的可解释性也是一个重要问题。强化学习模型通常是基于复杂的神经网络构建的, 其决策过程难以直观地解释, 这在医疗领域中可能会影响医护人员对模型结果的信任和接受程度。此外, 如何确保算法在复杂临床环境中的稳定性和鲁棒性, 也是需要进一步解决的问题。

### (三) 伦理与法规层面

强化学习在护理临床决策模拟训练中的应用涉及到一系列伦理和法规问题。例如, 在模拟训练中, 如果强化学习模型给出的决策建议导致患者出现不良后果, 责任如何界定? 此外, 如何保护患者的隐私和数据安全, 防止数据泄露和滥用, 也是需要重视的问题。目前, 相关的伦理准则和法规还不够完善, 需要进一步加强研究和制定。

## 六、未来发展方向

### (一) 算法优化与创新

未来的研究可以致力于优化强化学习算法, 降低其计算复杂度, 提高算法的效率和性能。例如, 开发更加高效的深度学习架构和优化算法, 减少模型的训练时间和计算资源消耗。同时, 提高算法的可解释性也是一个重要方向, 可以通过引入可解释性技术, 如特征重要性分析、决策规则提取等, 使医护人员能够更好地理解模型的决策过程。

### (二) 多模态数据融合

医疗数据不仅包括电子病历、检查报告等结构化数据, 还包括图像、语音等非结构化数据。未来的研究可以探索将多模态数据进行融合, 充分利用各种数据的信息, 提高强化学习模型的准确性和泛化能力。例如, 结合患者的影像数据和临床数据, 为护理临床决策提供更加全面的支持。

### (三) 跨机构合作与数据共享

为了解决数据获取和整合的问题, 需要加强不同医疗机构之间的合作与数据共享。通过建立统一的数据标准和共享平台, 促进医疗数据的流通和利用, 为强化学习模型提供更加丰富和高质量的数据资源。同时, 跨机构合作还可以促进研究成果的交流和应用, 推动强化学习在护理临床决策模拟训练中的广泛应用。

### (四) 伦理与法规研究

随着强化学习在护理领域的不断应用, 需要加强相关的伦理和法规研究。制定完善的伦理准则和法规, 明确强化学习模型在护理临床决策中的责任和义务, 保障患者的权益和数据安全。同时, 加强对医护人员的伦理培训, 提高他们的伦理意识和责任感。

## 七、结论

强化学习在护理临床决策模拟训练中具有巨大的应用潜力, 能够动态生成多样化临床场景, 提供实时反馈, 实现个性化训练, 为提升护理人员的临床决策能力提供了有效的手段。然而, 目前其应用仍面临数据、算法、伦理与法规等方面的挑战。未来的研究需要从算法优化、多模态数据融合、跨机构合作和伦理法规研究等方面入手, 解决现有问题, 推动强化学习在护理临床决策模拟训练中的进一步发展和应用, 为提高护理质量和患者预后做出更大的贡献。

## 参考文献

- [1] 张山, 刘璐, 吴瑛. 临床护理决策支持系统应用的研究进展 [J]. 中华现代护理杂志, 2024, 30(28): 3781-3786.
- [2] 唐琦颖, 黄德斌, 冉龙富. 强化教学在重症监护室新入职护士临床教学中的应用效果 [J]. 内科, 2023, 18(04): 406-409.
- [3] 任国奇. 深度逆强化学习在脓毒症中的应用 [D]. 大连理工大学, 2020.
- [4] 张倩. 基于多智能体强化学习的多疾病连续治疗策略研究 [D]. 电子科技大学, 2023.
- [5] 鲁婕音. 强化训练在护理实践教学中的研究探讨 [J]. 科技视界, 2017, (06): 205.