数字中医中药

DOI:10.13193/j.issn.1673-7717.2025.04.003

基于迁移学习构建李素卿治疗反复呼吸道感染智能处方模型

骆长永[1],刘智[2],于河[3],闫雨柔[4],王俊宏[4],何冰[4],谷晓红[3]
(1.北京中医药大学东方医院,北京 100078;2.南京中医药大学,江苏 南京 210023;
3.北京中医药大学,北京 100029;4.北京中医药大学东直门医院,北京 100700)

摘要:目的 通过迁移学习方法构建李素卿教授治疗反复呼吸道感染智能处方模型。方法 首先使用李素卿教授的大量医案数据作为源域知识数据,基于长短期记忆网络(Long Short-Term Memory,LSTM)的端到端(Sequence to Sequence,seq2seq)算法,融合了症状和药物关注的两种注意机制,对模型进行预训练,再以李素卿教授典型医案作为目标域知识数据进行迁移学习训练。结果 图灵测试结果显示各类参与评估的中医医生的误差率均超过30%,其中长期跟诊李素卿教授的医生误差率最低。进一步的定性与定量评价显示,采用迁移学习方法的模型平均分为6.14,与李素卿教授原始处方模型得分6.50非常接近,而单一的LSTM模型评分较低。结论 预训练迁移学习方法在模拟名老中医的处方用药思路上表现出色,为中医人工智能辅助决策系统提供了有效的解决方案,展示了深度学习在传统医学领域的巨大应用潜力。

关键词:名医传承;迁移学习;李素卿
中图分类号:R256.1 **文献标志码**:A **文章编号**:1673-7717(2025)04-0014-04

Study on Constructing an Intelligent Prescription Model for LI Suqing's Treatment of Recurrent Respiratory Tract Infections Based on Pre-training Transfer Learning

LUO Changyong[1],LIU Zhi[2],YU He[3],YAN Yurou[4],WANG Junhong[4],HE Bing[4],GU Xiaohong[3]
(1. Dongfang Hospital,Beijing University of Chinese Medicine,Beijing 100078,China;
2. Nanjing University of Chinese Medicine,Nanjing 210023,Jiangsu,China;
3. Beijing University of Chinese Medicine,Beijing 100029,China;
4. Dongzhimen Hospital,Beijing University of Chinese Medicine,Beijing 100700,China)

Abstract:*Objective* This study aimed to construct a deep learning model for the treatment of recurrent respiratory tract infections by using pre-training transfer learning methods. *Method* Firstly,a large number of medical case data from Professor LI Suqing's tutor was used as the source domain knowledge data. Based on the Sequence to Sequence(seq2seq) Algorithm of Long Short-Term Memory Network(LSTM),It combined the two attention mechanisms of symptom and drug attention to pre-train the model. Then,Professor LI Suqing's typical medical cases were used as target domain knowledge data for transfer learning training. *Result* The Turing Test results showed that the error rate of participating traditional Chinese medicine doctors exceeded 30%,with the lowest error rate among those who had long-term follow-ups with Professor LI Suqing. Further qualitative and quantitative evaluation showed that the average score of the model using transfer learning method was 6.14,which was very close to the score of Professor LI Suqing's original prescription model of 6.50,while the score of the simple LSTM model was lower. *Conclusion* Pre-training transfer learning method performed well in simulating the prescription patterns of famous traditional Chinese medicine doctors,providing an effective solution for the artificial intelligence-assisted decision-making system of traditional Chinese medicine,and demonstrating the great potential of deep learning in the field of traditional Chinese medicine.

Keywords:inheritance of famous doctors;transfer learning;LI Suqing

名老中医是中医药薪火相传的主轴和中医药创新发展的源泉,以深度学习为核心的新一代人工智能技术也正在为名老中医传承研究注入新的生命力[1-2]。但名医之间经验难以有效融合、单一名家临床数据有限,导致常规的深度学习方法对真实世界的映射能力不足[3-5]。迁移学习就是能让现有的模型算法稍加调整即可应用于一个新的领域和功能的一项技术[6-8],类似人的"举一反三"和"触类旁通"能力,例如人类学会骑自行车后,再学骑摩托车就会更容易,因为这两种工具的操作方法有很多相似之处。本研究采用预训练迁移学习方法,以全国师承指导老师李素卿教授治疗儿童反复呼吸道感染为

基金项目:国家自然科学基金项目(82205317);中央高水平中医医院临床科研基金项目(K2023C14);国家重点研发计划项目(2018YFC1704100,2018YFC1704101)
作者简介:骆长永(1992-),男,吉林长春人,主治医师,博士,研究方向:名老中医传承。
通讯作者:谷晓红(1962-),女,山东威海人,教授,博士研究生导师,学士,研究方向:温病学和中医疫病。E-mail:guxh1003@126.com。

例，进行名老中医处方模型构建研究，为实现名老中医经验的智能化复制和积累提供新思路。

1 材料与方法

1.1 数据集情况

本研究的源域知识数据来源于刘弼臣教授的典型医案，李素卿教授师从刘弼臣教授多年，在临床工作中与刘弼臣教授的处方用药思路一脉相承，因此，将刘弼臣教授为主的约 5323 例回顾性医案作为研究李素卿教授源域知识数据，目标域知识数据为李素卿教授治疗反复呼吸道感染的前瞻性典型医案 109 例。每条数据包含了病例的编号、症状和体征、疾病诊断、证候诊断、处方等信息。在预训练的数据集中，症状和体征序列长度分布集中在 4～15，处方中药的数量主要集中在 8～15 味药，为防止模型对这样的数据过拟合，区间外的样本被移除。

1.2 数据处理过程

根据中医证候国家标准和《中华人民共和国药典》(2020 版)[9]，结合李素卿教授的个人表达特点，分别构建了中医症状库、中药库、中医证候库等语料库；根据上述语料库，将刘弼臣教授、李素卿教授的医案数据统一规范为一致性用词；将医案数据中的病史、症状数据进行分词处理，采用 pkuseg 分词工具进行训练。

1.3 模型架构

本研究借鉴人类学习中医的理念设计机器学习的模型架构，首先归纳总结李素卿教授治疗反复呼吸道感染的专家经验规则，结合大样本的刘弼臣教授为主的临床医案学习，构建深度学习的预训练模型，最后再利用李素卿教授治疗反复呼吸道感染的典型医案，强化李素卿教授辨证用药特点，形成李素卿教授治疗反复呼吸道感染的中医人工智能辅助决策系统。

1.4 模型构建

本研究的 Seq2seq 模型所采用的编码器和解码器为 LSTM。症状首先依次输入到一个 LSTM，简称为 EncLSTM，该网络将这些症状映射到隐藏的特征中。然后，另一个 LSTM 将这些特征进行输入，简称 GenLSTM，并从事先设定的中药库中选择对症的草药。在本研究中的 EncLSTM 和 GenLSTM 中，我们分别加入了症状注意和动态处方药物关注两种不同的注意机制来模拟中医原则和症状间的局部时间顺序，以提高最终处方的质量，模型结构见图 1，模型参数设置见表 1。所有模型都基于 P100 GPU 上的 Adam 算法进行训练。

迁移过程中，我们以 8∶2 的比例将李素卿教授治疗反复呼吸道感染的典型医案随机分配到训练数据和测试数据中，将训练数据在源域模型中进行微调训练，然后在测试数据中进行模型评价。

1.5 模型评价

我们邀请了北京中医药大学及其附属医院的中医医生对所有比较模型生成的处方进行评估，共邀请了 3 类医生，每类医生 4 人，包括非儿科医生、儿科医生和长期跟诊李素卿教授的医生，以探讨不同类别医生对模型的评价情况。

一般情况下，长期跟诊李素卿教授的医生对李素卿教授的诊疗思路和用药特点比较熟悉，儿科医生了解稍少，非儿科医生几乎不了解，我们请医生们分别参加以下 3 种模型评价测试。

1.5.1 图灵测试 本研究基于图灵测试开展模型评价。图灵测试的概念由艾伦·图灵提出，旨在评估模型是否足以描述某些真实世界的数据，即令人类区分真实世界的数据和机器学习后生成的数据，如人类无法区分，则说明该机器具有一定的人类智能。本研究中，我们在验证数据中随机抽取15个医案症

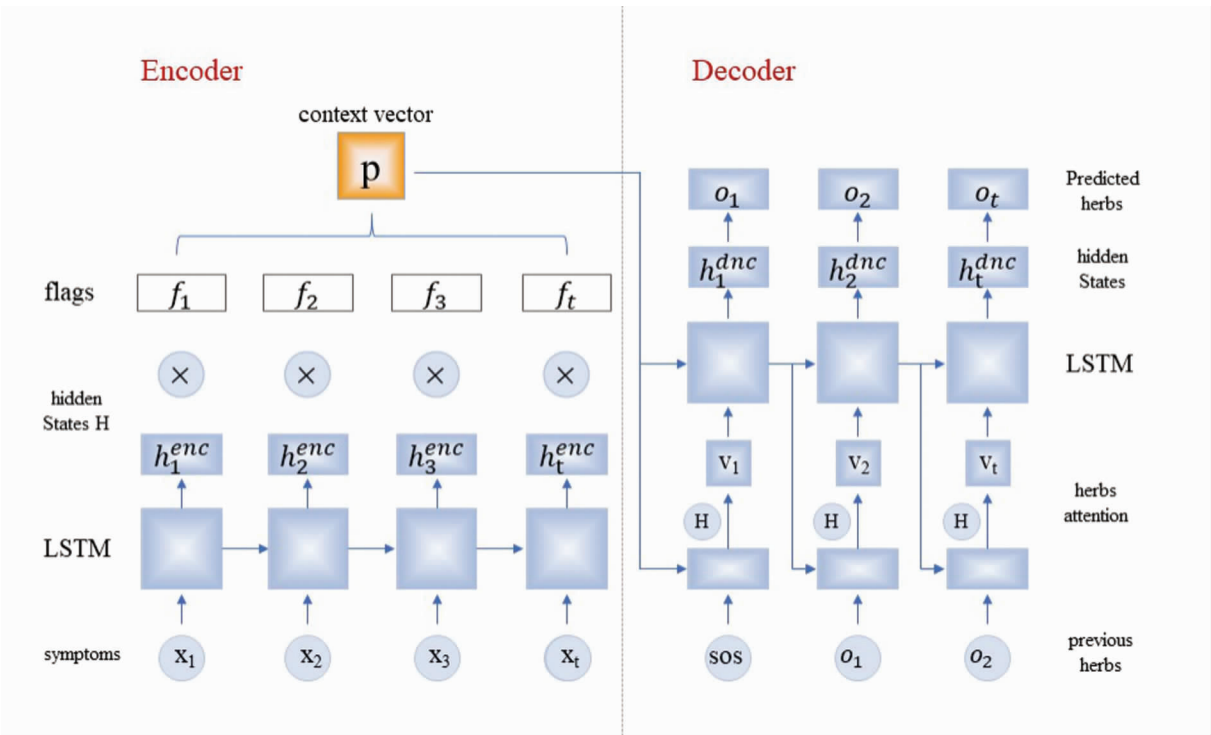


图 1 结合注意力机制的 Seq2seq 模型整体结构图

表 1 LSTM 模型参数配置

参数名称	注释	值
lstm_layers	LSTM 层的数量	2
lstm_hidden_dim	LSTM 隐藏层的维度	256
attention_hidden_dim	注意力隐藏层的维度	256
embeded_dim	症状和药物嵌入层的维度	300
batch_size	批量大小	16
lr_rate	学习率	0.001
dropout_p	丢弃率	0.5
clip_p	梯度裁剪率	0.9
num_steps	训练的总步数	30 000

状，随机生成原方或机器生成方，让不同医生根据症状－处方的对应关系，判断是否为机器生成方并计算误差率，如平均误差率大于 30%，则说明该处方模型具有一定的“辨证论治”的人类智能。

1.5.2 定量与定性评价 我们邀请了北京中医药大学及附属医院的医生对生成的处方进行独立评估。参与评估的医生同样包含 3 类，非儿科医生、儿科医生和长期跟诊李素卿教授的医生。从药效和配伍两方面进行综合评价，即处方是否对缓解给定的症状有用，处方中药是否配伍合理，分数的范围为[0，10]，分数越高，说明处方质量较高，反之，处方质量较差。被试医生根据中医基本理论原则和自身临床经验对处方进行盲法评分，并进一步对处方开展定性评价。

2 结果

2.1 图灵测试

在测试集中随机抽取 15 条症状，随机生成对应症状的原方或机器方，原方为李素卿教授原始病历的处方，请参与评估的医生判断处方是否为机器生成方。结果显示，全部医生的误差率均超过 30%，见图 2，没有通过图灵测试，说明模型具有一定的人类智能。值得注意的是，不同类别医生的错误率有一定的差异，非儿科医生的平均误差率为 60.00%，儿科医生的平均误差率为 50.00%，长期跟诊李素卿教授的医生平均误差率为 38.33%，说明医生对李素卿教授的处方用药规律了解程度越高，误差率越低。

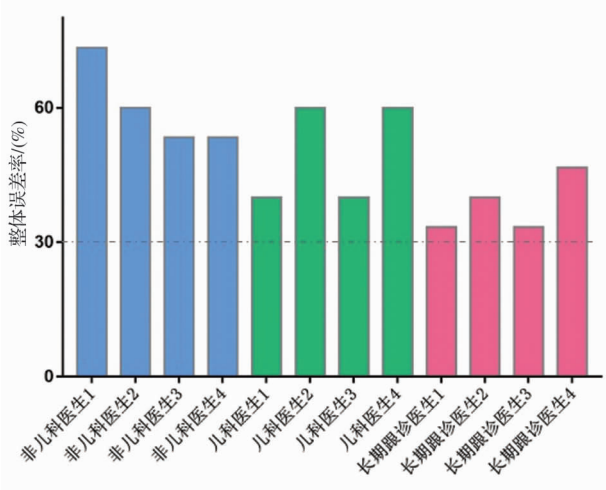


图 2 图灵测试各医生的误差率

2.2 定性定量评价

评价试验中每个模型 15 题，模型 1 为李素卿教授开出的原方，为理论最优模型，模型 2 为预训练迁移学习模型生成的处方，模型 3 为 LSTM 模型生成的处方，为理论最差模型。请参与评估的医生对上述 3 个模型生成的 45 题进行盲法打分，按照医生本人的中医理论素养进行评价，包括处方是否对缓解给定的症状有用，处方中药是否配伍合理。结果显示，模型 1 的平均分为 6.50，模型 2 的平均分为 6.14，模型 3 的平均分为 4.16。模型 1 为全部模型中分数最高，提示医生对李素卿教授的处方非常认可；模型 2 稍低于模型 1，与模型 1 的分数非常接近，说明预训练迁移学习模型与人类模型较为接近，说明该模型具有一定的人类智能，其生成的处方基本符合李素卿教授的处方用药规律。模型 3 的评分最低，且平均分远低于模型 2，说明 LSTM 模型质量最低，迁移学习模型能够更加准确地复制名老中医的经验。见图 3。

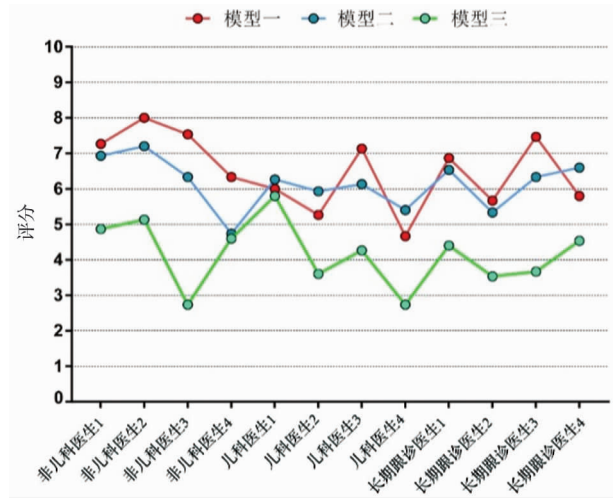


图 3 各类医生对 3 个模型的评分情况

在定性评价方面，医生们普遍认为模型 1 与模型 2 非常接近，模型 2 的处方有效性高，多样性大，用药思路与模型 1 接近，但不够稳定，在极个别的处方中，对整体辨证不够准确。模型 3 的处方不符合中医思维逻辑，缺少辨证论治思路，与李素卿教授处方差距较大。本次研究还邀请了李素卿教授对模型生成方进行盲法评价，李素卿教授认为模型 1 和模型 2 都符合其处方用药思路，模型 3 基本不符合其处方用药思路，证明本研究构建的李素卿教授中医人工智能模型较好地复制了李素卿教授治疗反复呼吸道感染的处方用药思路。

3 讨论

图灵测试广泛应用于人工智能的模型评价中，近年来在医疗领域也十分常见，使用“人类智慧”来进行交叉验证和改善模型拟合是非常可行且有意义的[10-11]。由于医生自身认知差异，对名老中医处方思路了解程度不同进而直接影响评价结果，因此本研究邀请了 3 类医生，分别为非儿科医生、儿科医生和长期跟诊李素卿教授的医生。研究结果显示，对李素卿教授处方思路了解程度越高的医生错误率越低，但全部医生错误率均超过 30%，提示该模型具有一定的人类智能。

在模型定量评价方面，简单地使用精确度、召回率、准确性等指标[12]来评估预测的处方是不合理的。本研究所采用的评价方法为由医生根据自身的医学知识，从药效学和草药配伍两个维度进行打分，研究显示，该方法可有效区分各模型的价值[13]。结果表明机器学习模型与李素卿教授处方评分接近，

得到了李素卿教授本人的认可,说明模型较好地复制了李素卿教授治疗反复呼吸道感染的处方思路,通过医生定性评价,获得了模型提升的方向。

近年来,中医药人坚持“四个面向”,聚焦中医药自身传承发展瓶颈,不断应用新一代人工智能技术提高传承效率和服务能力,在中医体质辨识、舌象证候诊断、人脸识别病证诊断等领域的大数据分析已取得了重要成果[14-22],团队成员基于中医“辨证论治”思想,利用深度循环神经网络对患者的症状信息进行特征提取,并在考虑患者不同病证严重性程度的基础上,进行智能处方决策,实现智能中医自动化、个性化诊疗[13,23]。随着中医电子病历和专著等信息化程度大幅度提高,中医已经迎来大数据时代,运用大数据人工智能方法,对于名老中医经验进行知识表达,构建临床认知模型,开拓基于真实世界研究和大数据思维模式的名老中医传承方法与技术,能够大大提高传承的效率,推动名老中医经验的传承向现代智能模式转变。

目前的模型仅在复制李素卿教授治疗反复呼吸道感染的处方思路取得了一定的进展,还需要进一步开展临床验证、强化学习等。此外,随着 ChatGPT 和文心一言等大语言模型的出现,通过海量数据获得症状群与药物群的内在联系的方法也值得借鉴[24-25]。这些大语言模型也具备一定的处方能力,但是由于高质量临床数据的不足,以及名医之间经验难以融合问题,其处方用药能力不高。本研究所采用的医案学习方法为自然语言处理,仅对临床医案进行学习,尚需要开展结合计算机视觉的方法,用机器来学习名老中医眼中的“口唇红”“口周发青”等症状,正如《临证指南医案》所述:“医道在乎识证、立法、用方,此为三大关键。然三者之中,识证尤为紧要”。未来应在大语言模型基础上,通过临床大数据构建基础处方模型,最后再进行名老中医典型医案迁移学习,并结合视觉学习技术完善中医“望闻问切”的诊疗过程,方能获得更好的效果。

4 结论

本研究采用预训练迁移学习方法,构建了李素卿教授治疗反复呼吸道感染的人工智能辅助决策模型,该模型通过各类医生的图灵测试,模型的生成方评分非常接近李素卿教授本人的处方评分,证明该模型较好地传承了李素卿教授治疗反复呼吸道感染的处方用药思路,为名老中医临床经验的数字化、智能化传承发展提供了新的思路。

参考文献

[1] 谷晓红,于河. 名老中医经验传承与创新的问题及策略[J]. 北京中医药大学学报,2022,45(9):919-924.
[2] 董广通,高琳. 论人工智能技术下名老中医诊疗经验传承发展[J]. 中华中医药杂志,2023,38(9):4026-4029.
[3] 骆长永,刘智,于河,等. 钱学森系统工程体系在名老中医经验传承中的应用模式解析[J]. 中国中医基础医学杂志,2023,29(11):1855-1858.
[4] 袁冰,范钢. 中医学如何走进人工智能时代[J]. 中华中医药杂志,2018,33(2):698-703.
[5] 张林力,张润顺,姚乃礼,等. 名老中医医案研究现状、质量问题及应对策略[J]. 世界科学技术-中医药现代化,2020,22(5):1608-1613.
[6] 蒋正锋,许昕. 基于迁移学习和多参数融合优化的 COVID-19 辅助诊断模型[J]. 分子影像学杂志,2022,45(2):157-166.
[7] TOSEEF M,OLAYEMI PETINRIN O,WANG F Z,et al. Deep transfer learning for clinical decision-making based on high-throughput data: comprehensive survey with benchmark results[J]. Brief Bioinform,2023,24(4):254.
[8] WU D,YANG J,SAWAN M. Transfer learning on electromyography (EMG) tasks: approaches and beyond[J]. IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng,2023,31:3015-3034.
[9] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[S]. 北京:中国医药科技出版社,2020.
[10] HERBERT-READ J E,ROMENSKYY M,SUMPTER D J. A Turing test for collective motion[J]. Biol Lett,2015,11(12):20150674.
[11] SATHISH R,SATHISH R,SETHURAMAN R,et al. Lung segmentation and nodule detection in computed tomography scan using a convolutional neural network trained adversarially using turing test loss[J]. Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc,2020,2020:1331-1334.
[12] PAPINENI S. Blue: A method for automatic evaluation of machine translation[C]. Meeting of the Association for Computational Linguistics. Association for Computational Linguistics,2002.
[13] LIU Z,ZHENG Z Y,GUO X W,et al. AttentiveHerb: a novel method for traditional medicine prescription generation[J]. IEEE Access,2019,7:139069-139085.
[14] 万雪娇,张彭跃,黄培冬,等. 中医人工智能体质辨识的管理与运用[J]. 中国民间疗法,2023,31(18):120-124.
[15] 刘晓芸,谢盈彧. 人工智能与中医体质结合研究的现状与展望[J]. 时珍国医国药,2022,33(10):2467-2469.
[16] 严玲,周作建,宋懿花,等. 基于 ML-kNN 多标记学习的中医体质辨识模型研究[J]. 世界科学技术-中医药现代化,2020,22(10):3558-3562.
[17] 陈璐,赵宇涵,李伟峰,等. 基于深度学习的智能中医辅助诊疗系统[J]. 计算机时代,2023(4):72-76,85.
[18] 李茜,董昌武,王奇林,等. 高血压及其不同并发症患者的舌象参数特征分析[J]. 世界中西医结合杂志,2023,18(10):2065-2069,2075.
[19] LI X C,CHEN K,YANG J X,et al. TLDA: a transfer learning based dual-augmentation strategy for traditional Chinese medicine syndrome differentiation in rare disease[J]. Comput Biol Med,2024,169:107808.
[20] 刘梦,王曦廷,周璐,等. 基于深度学习与迁移学习的中医舌象提取识别研究[J]. 中医杂志,2019,60(10):835-840.
[21] 李佳佳. 基于深度学习的高血压病肝火亢盛证面部色诊研究[D]. 北京:中国中医科学院,2020.
[22] HUANG W T,HUNG H H,KAO Y W,et al. Application of neural network and cluster analyses to differentiate TCM patterns in patients with breast cancer[J]. Front Pharmacol,2020,11:670.
[23] LIU Z,LUO C Y,FU D Z,et al. A novel transfer learning model for traditional herbal medicine prescription generation from unstructured resources and knowledge[J]. Artif Intell Med,2022,124:102232.
[24] DAVE T,ATHALURI S A,SINGH S. ChatGPT in medicine: an overview of its applications,advantages,limitations,future prospects,and ethical considerations[J]. Front Artif Intell,2023,6:1169595.
[25] 潘晨浩,周明. ChatGPT 在中医药领域中的应用前景[J]. 医学信息,2023,36(18):15-20.