

基于 BiLSTM 的“专精特新”医药企业价值评估的研究

张中杰 李骏^(通讯作者) 付佳仪 王志平 胡涵艺

四川文理学院数学学院, 四川达州, 635000;

摘要: 在传统的 LSTM 模型基础之上, 通过建立 BiLSTM 模型评估“专精特新”医药企业股权市值。首先介绍“专精特新”概念和 BiLSTM 模型原理; 然后分析选取 A 股 2020-2024 年 58 家“专精特新”医药企业 14 个指标作为企业价值的影响因素, 构建 BiLSTM 模型进行分析; 最后以博济医药为例, 进一步证实模型的可靠性, 为企业价值预测及市场行情变化趋势提供创新性研究路径。

关键词: 价值评估; BiLSTM; 专精特新

DOI: 10.69979/3029-2700.26.03.018

1 引言

中国财政部、工业和信息化部于 2021 年 1 月 23 日联合印发《关于支持“专精特新”中小企业高质量发展的通知》, 以此大力培育中小型企业成为“专精特新”企业, 助力实体经济做实做强做优, 提升产业链供应链稳定性和竞争力。

1.1 关于“精一”创业领导力的研究

“精一”被视为企业实现高质量发展的重要路径。随着“精一”理念的演进, 其内涵与作用机制逐渐受到学界重视。陈明哲(2016)将“精一”译为“the power of ONE”, 并将其引入战略管理领域, 指出企业应在动态环境中坚守核心, 专注某一领域持续深耕, 以实现可持续发展。在实践中, “精一”思想在隐形冠军企业的成长过程中作用显著^[1]。“精”体现在激励员工钻研专有技术、提升技术专精水平; “一”则表现为领导者在企业全生命周期中聚焦细分市场, 力求在该领域做到极致(葛宝山、赵丽仪, 2022)^[2]。

1.2 关于“专精特新”企业的特色化与新颖化

董志勇与李成明(2022)指出, “专精特新”中小企业正处于快速发展阶段, 为社会进步、市场完善与产业链优化提供了创新动力^[3]。然而, 中小企业在数智化转型过程中面临诸多不确定性与风险, 包括前期高投入与回报波动大等挑战, 同时受限于自身创新能力, 许多企业缺乏数智化的基础条件。张新等(2022)则认为, 外部因素对企业数智化的影响更为显著^[4]。张夏恒(2020)与陈强远(2022)将“专精特新”企业数智化进程受阻的原因归纳为两方面: 一是对数智化的理解存在偏差,

未能清晰地区分其与数字化、智能化的差异^[5]; 二是企业自身资金与创新能力不足^[6]。李勇坚(2022)指出, 尽管“专精特新”中小企业相较于大型企业存在发展劣势, 但其创新能力仍优于一般中小企业^[7]。

而这类企业在价值评估存在诸多难点, 其技术创新要素高度不确定、发展阶段性强且价值波动大、无形资产占比高, 传统评估方法难以精准反映其真实价值。因此本文通过引入 BiLSTM 模型搭建专属价值评估模型, 突破传统方法的局限, 为资本市场、政府部门及企业提供理论与实践参考。

2 模型构建

2.1 双向长短期记忆神经网络 BiLSTM

传统的循环神经网络模型(RNN), 在反向传播过程中, RNN 中存在梯度爆炸跟梯度消失的问题。在 RNN 中, 梯度小幅更新的网络层会停止学习, 因此 RNN 无法记住在较长序列中学习到的内容, 这便导致 RNN 的记忆是短期的。进一步演变的长短期记忆网络模型(LSTM): 两端对齐通过引入称作“门”的内部机制, 可以调节信息流, 从而克服短期记忆的问题, 如图 1 所示。

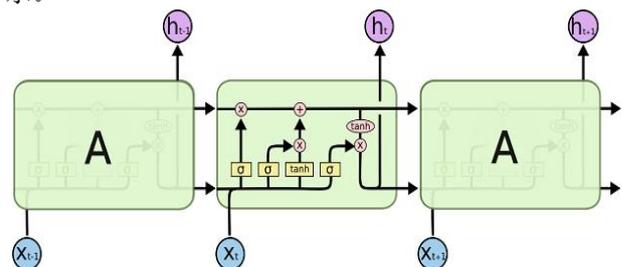


图 1 LSTM 原理图

而双向长短期记忆网络 (BiLSTM) 是一种扩展自

长短期记忆网络(LSTM)的结构,旨在解决传统 LSTM 模型只能考虑到过去信息的问题。BiLSTM 在每个时间步同时考虑了过去和未来的信息,从而更好地捕捉了序列数据中的双向上下文关系,如图 2 所示。

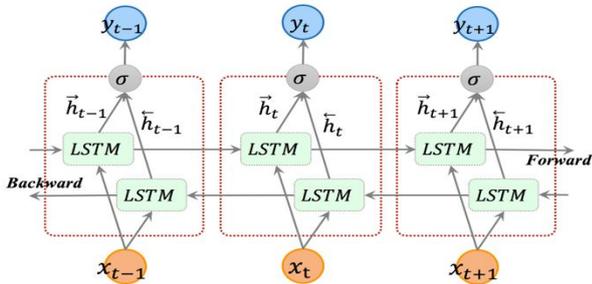


图 2 BiLSTM 原理图

(1) LSTM 数学原理

BiLSTM的单向 LSTM 层遵循标准 LSTM 的门控机制,包括遗忘门、输入门、输出门和单元状态的更新过程。

遗忘门:控制上一时刻单元状态

$$f_t = \sigma(W_f \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_f) \quad (1)$$

其中, W_f 表示遗忘门权重矩阵, h_{t-1} 表示上一时刻隐藏状态, x_t 表示当前输入, σ 表示 Sigmoid 激活函数。

输入门:决定当前输入信息中需要添加到单元状态的部分

$$i_t = \sigma(W_i \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_i) \quad (2)$$

$$\tilde{C}_t = \tanh(W_C \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_C) \quad (3)$$

其中, \tilde{C} 表示候选单元状态, i_t 表示输入门激活值。

单元状态更新:结合遗忘门和输入门,更新当前单元状态

$$C_t = f_t * C_{t-1} + i_t * \tilde{C}_t \quad (4)$$

其中, $*$ 表示逐元素乘法, i_t 表示输入门激活值。

输出门:控制单元状态中需输出的信息

$$o_t = \sigma(W_o \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_o) \quad (5)$$

$$h_t = o_t * \tanh(C_t) \quad (6)$$

其中, h_t 表示当前隐藏状态

LSTM 通过门控机制改善梯度流动,关键在于细胞状态的梯度计算:

当 $f_t \approx 1$ 时, $\frac{\partial c_t}{\partial c_{t-1}} \approx 1$, 梯度可近似无损传递,相当于优化了 RNN 的梯度消失问题;

而门控的 sigmoid 激活函数导数较小 ($\sigma'(x) \leq 0.25$), 限制梯度最大值,这样就改变了 RNN 的梯度爆炸问题。

(2) BiLSTM 的数学原理

BiLSTM 具有双向处理能力,在每个时间同步运行正向 LSTM 和反向 LSTM。

正向 LSTM:按序列原始顺序处理,得到隐藏状态序列 \vec{h}_t 。

反向 LSTM:按逆序处理输入序列,得到隐藏状态序列 \overleftarrow{h}_t 。

合并:拼接或是相加之后再平均,拼接的数学表达式为:

$$h_t = \text{Concat}(\vec{h}_t, \overleftarrow{h}_t) \quad (7)$$

BiLSTM 通过将 LSTM 层沿着时间轴前向和后向运行来计算双向隐藏状态。前向 LSTM 从序列的第一个元素到最后一个元素顺序计算,而后向 LSTM 则相反。这两个隐藏状态被连接在一起形成最终的双向隐藏状态,同时考虑了过去和未来的信息,从而更好地捕捉了序列数据中的双向上下文关系。本文选取表 1 中的指标作为因变量进 BiLSTM 模型的输入层之中。

表 1 企业估值模型指标

编号	维度	指标	指标定义
X_1	股权结构	股权集中度	前五大股东持股比例之和
X_2	盈利能力	总资产净利润率	净利润/总资产平均余额
X_3		净资产收益率	净利润/股东权益平均余额
X_4		营业净利率	净利润/营业收入
X_5	营运能力	总资产周转率	营业收入/平均资产总额
X_6	偿债能力	存货周转率	销售成本/存货平均占用额
X_7		资产负债率	总负债/总资产
X_8		流动比率	流动资产/流动负债
X_9		速动比率	企业速动资产/流动负债

编号	维度	指标	指标定义
X ₁₀	成长能力	总资产增长率	(期末总资产-期初总资产)/期初总资产
X ₁₁		营业收入增长率	(营业总收入本年金额-营业总收入上年金额)/营业总收入上年金额
X ₁₂	研发能力	研发人数占比	科研人员数/员工总数
X ₁₃		研发投入占比	研发投入/营业收入比例
X ₁₄		研发费用率	研发投入/主营业务收入

3 实证检验

3.1 数据来源

本文使用的数据样本主要来源于 wind 数据库，选取 A 股 2020-2024 年国民经济行业分类的现有最新“专精特新”医药企业。以每年 12 月 31 日作为评估基准日，把各企业市值作为长短期记忆神经网络的输出层。首先，选取已上市的医药企业，其次，剔除已 ST 的企业；最终选取了 58 家现有最新的“专精特新”医药企业，共计样本量 4350 个数据作为样本数据。

3.2 数据预处理

首先，本文考虑到收集到的数据是面板数据，针对缺失值，基于已有研究，本文采取 Cubic 三次插值填充；其次，考虑到不同样本数据有量级上的差别，会影响双向长短期记忆神经网络的收敛速度与学习能力，因此本文对所有样本数据作归一化处理：

$$X^* = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (8)$$

3.3 神经网络的训练

本文设置 BiLSTM 的训练轮数为 1000 次，随后进行 ADF 检验和初始化差分阶数。原样本数据在零阶差分后变得平稳。将样本数据划分训练集占比为 70%，测试集占比为 30%，以 2020-2024 每年 12 月 31 日作为基准点各个企业市值放入输入层，采用 Adam 梯度下降算

法进行训练，最大迭代轮数设置为 1000，初始学习率为 0.01，经过 800 次训练后学习率为 0.01*0.1，将训练进度图的数据提取出来 rmse 损失 loss 如图所示。

图 3 中显示的 RMSE 曲线的下降和收敛意味着模型不仅在训练数据上表现好，在未见过的数据上也能做出准确的预测。最终稳定在 0.05 是一个相当不错的结果，并且 Loss 的下降意味着模型正在最小化其预测值与真实值之间的差异。

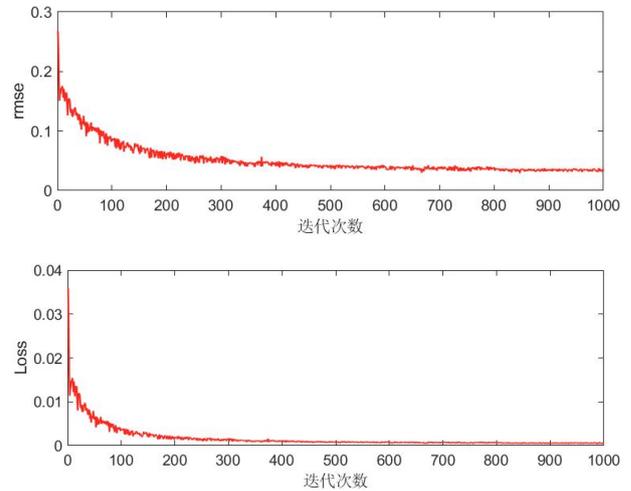


图 3 rmse (上) 和 Loss (下) 训练过程图

如图 4 所示训练集 (左) 与测试集 (右) 大部分样本点的预测值与真实值偏差不大，更好地说明了模型在训练数据上拟合效果较好，能够捕捉数据的整体分布和趋势表明 BiLSTM 模型在企业估值领域中面对多种因素，依旧具有强大的学习能力。

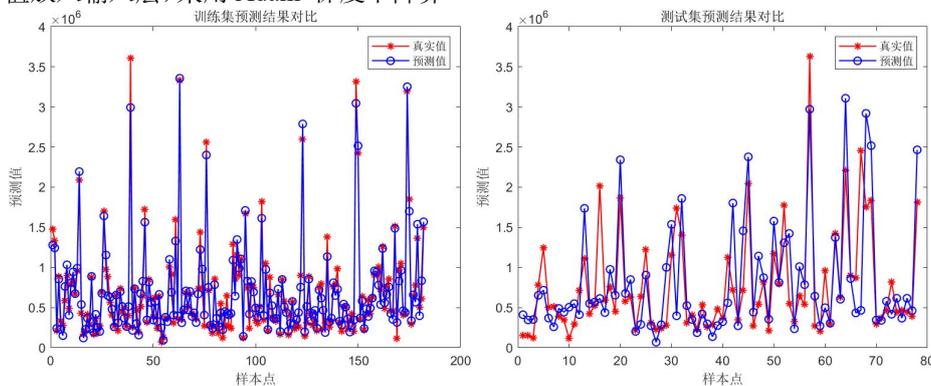


图 4 训练集 (左) 与测试集 (右) 预测结果对比图

如图5所示，训练集和测试集都有着一定的误差，在训练集上误差存在极端值，测试集上的误差范围更大、波动更剧烈，这与本文想保留企业原有的完整数据有关，

每个企业每年的数据出现大范围波动是客观存在的，因此误差在可预范围之内。

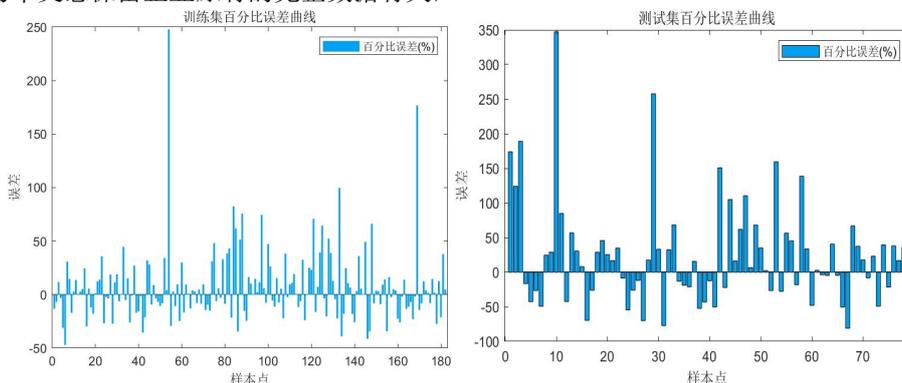


图5 训练集（左）与测试集（右）误差图

如图6所示，模型对训练数据拟合基本合格，对于测试集而言，完美地学习了训练数据中的规律。虽然测试集泛化的能力一般（ $R = 0.74 > 0.7$ ），但仍能

捕捉到大致趋势，预测精度相比训练集有所下降。总体来说，考虑到企业原始数据波动较大，模型的整理泛化能力表现不错。

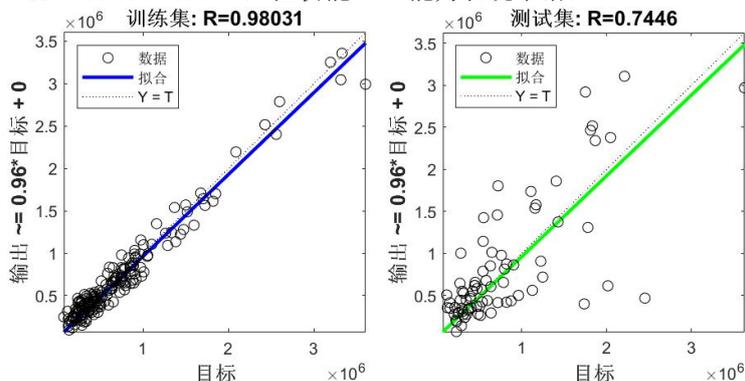


图6 训练集（左）与测试集（右）拟合度对比图

3.4 评估结果

本文从上述58家“专精特新”医药企业中，选取博济医药公司为例，比较误差分析结果。如表2所示，

从绝对误差和相对误差来看预测误差仍旧存在一定的差异，客观来讲可能是由于医药类公司股市波动带来的影响，此类误差属于正常范围。

表2 BiLSTM 评估博济医药的结果与误差

		实际市值（元）	预测市值（元）	绝对误差（元）	相对误差（%）
博济医药	2023年	341880.7887	367222	25,341.20	7.41%
	2024年	333867.0016	285791	-48,076	-14.40%

综上所述，BiLSTM模型能有效地对企业市值进行预测，在企业价值评估，预测市场行情等领域中可以很好地发挥作用，相较于传统企业估值而言，深度学习在企业估值中还有很大研究空间。

4 结论与展望

基于BiLSTM的医药企业智能分析与决策系统，融合人工智能技术，显著提升了医药产品市场分析与投资决策的精确性，实现了从产品筛选、风险评估到供应链

优化的全流程自动化运营。该算法作为人工智能在医药流通领域的重要应用，有效推动了行业数智化转型与企业数据驱动的智能决策进程。BiLSTM可以应用在：

- （1）辅助进行复杂多因素综合评估。在“专精特新”医药企业价值评估中，BiLSTM展现了其较高的多因素综合处理能力。该方法将企业财务状况、市场环境、行业趋势、管理质量及创新能力等多元变化。
- （2）可接受各种定制化评估。不同企业在经营环

境、业务模式及发展目标等方面存在差异,通过调整网络结构、优化算法参数及引入特定行业知识,该方法能够为不同行业的企业实现评估,从而满足企业对于评估合理性和可靠性的需求。

(3) 有助于风险管理与预测。BiLSTM在企业价值评估中的另一大优势在于其强大的风险管理与预测能力。通过对历史数据的深度学习与挖掘,该方法能够识别出影响企业价值的关键因素及其变化趋势,进而构建出预测模型以评估企业未来的价值走势和潜在风险。这种评估方法有助于企业提前制定应对策略、规避潜在风险并把握市场机遇,从而实现可持续发展。

参考文献

- [1] 陈明哲. 精一管理:企业永续经营的生生之道[J]. 清华管理评论,2016,(12):90-96.
- [2] 葛宝山,赵丽仪. 精一创业战略:大变局下的企业发展之道[J]. 清华管理评论,2021,(12):108-113.
- [3] 董志勇,李成明. 四措并举推动“专精特新”中小企业发展[J]. 财经界,2022,(09):6-7.

[4] 张新,徐瑶玉,马良. 中小企业数字化转型影响因素的组态效应研究[J]. 经济与管理评论,2022,38(01):92-102.

[5] 张夏恒. 中小企业数字化转型障碍、驱动因素及路径依赖——基于对377家第三产业中小企业的调查[J]. 中国流通经济,2020,34(12):72-82.

[6] 陈强远,张醒,汪德华. 中国技术创新激励政策设计:高质量发展视角[J]. 经济研究,2022,57(10):52-68.

[7] 李勇坚. 中小企业数字化转型:理论框架、国际经验和政策建议[J]. 经济论坛,2022,(08):38-48.

作者简介:张中杰(2004-),男,四川攀枝花人,本科。

通讯作者:李骏(1990-),男,四川平昌人,硕士,主要从事统计建模研究。

基金项目:四川文理学院2025年大学生创新创业训练计划项目:数“智”医药,领航未来——解码数智时代医药产品的黄金法则;四川文理学院高阶课程建设资助项目(GJKC22)。