

基于模糊数相似度的审判风险评估系统



雍 琪¹ 蒋维娜¹ 罗育泽²

1 中山大学数据科学与计算机学院 广州 511400

2 中山大学国家数字家庭工程技术研究中心 广州 511400

(yongq@mail2.sysu.edu.cn)

摘 要 随着审判管理日趋精细化,法院对审判风险精准化评估的需求逐渐增多,其中,如何有效进行审判风险等级定量分析是精准化风险评估的核心问题。现有的机器学习、风险矩阵等方法由于存在历史数据有限、审判风险评估精度要求高等不足,难以有效地应用于实际审判业务中。针对此问题,构建了基于模糊数相似度的审判风险评估模型,实现了多因素审判风险的定量评估。首先针对审判风险指标进行辨识,建立了基于 AHP 的多层级风险指标模型,以提升审判风险的分析粒度和评价客观性;然后,为了获取模糊风险测度,设计了基于混合输入的风险聚合模型,该模型应用流程信息来提高评估准确性,实现了审判风险指标的分类聚合;最后,构建了基于相似度算法的风险等级确定模型,该模型能够有效排除人为因素和异常数据的干扰,实现了审判风险等级的精准度量。基于审判风险评估模型,设计并实现了相应的评估系统,该评估系统包括风险计算、风险管理和风险预警模块,通过在实际法院管理系统中进行集成和应用,该评估系统有效优化了目前局限于审限预警的审判风险管理模式,进一步提高了审判管理的精细化程度。

关键词: 审判风险评估;模糊数相似度;风险指标模型;风险聚合模型;风险等级确定模型

中图法分类号 TP315

Trial Risk Assessment System Based on Fuzzy Number Similarity

YONG Qi¹, JIANG Wei-na¹ and LUO Yu-ze²

1 School of Data and Computer Science, Sun Yat-sen University, Guangzhou 511400, China

2 National Engineering Research Center of Digital Life, Sun Yat-sen University, Guangzhou 511400, China

Abstract As the trial management becomes more refined, the demand of courts for accurate assessment of trial risk is gradually increasing. How to effectively carry out quantitative analysis of trial risk level is the core issue of precise risk assessment. Existing methods such as machine learning and fuzzy matrix are difficult to be effectively applied to actual trial scenes due to limited historical data and high accuracy of trial risk assessment. In response to this, this paper builds the trial risk assessment model based on the fuzzy number similarity to achieve quantitative assessment of multi-factor trial risk. This paper first establishes the multi-level risk index model based on AHP for the identification of trial risk indexes, which improves the analysis granularity and assessment objectivity of trial risk. Then, in order to obtain fuzzy risk measures, the risk aggregation model based on mixed input is constructed, which makes use of process information to improve the accuracy of assessment, and to realize the aggregation of multi-type trial risk indexes. Finally, the risk level determination model based on similarity algorithm is constructed to effectively eliminate the interference of human factors and abnormal data, and to realize the accurate measurement of multi-factor trial risk level. Based on the trial risk assessment model, this paper designs and implements the corresponding evaluation system, which includes risk calculation, risk management and risk early warning modules. Through integration and application of the corresponding evaluation system in the actual court management system, the trial risk management mode currently limited to time warning is effectively optimized, and the degree of refinement of trial management is further improved.

Keywords Trial risk assessment, Fuzzy number similarity, Risk index model, Risk aggregation model, Risk level determination model

1 引言

随着审判管理日趋精细化,审判风险精准化评估与管理逐渐引起法院相关部门的关注,其中,如何有效进行审判风险等级定量分析是精准化风险评估的核心问题。

《法治蓝皮书·中国法院信息化发展报告(2019)》指出,目前已有部分地区的审判管理系统建立了风险防控机制,但该机制主要基于规范性和纪律性进行庭审巡查和流程异常检查,尚未建立多因素审判风险评估和事前预警模型,难以满足审判风险定量评估的需求。现有的多因素风险评估方法中,基于机器学习的风险预测模型面向结构化信息进行数据训练,进而实现风险结果预测^[1],但审判系统中缺乏历史风险数据,审理过程中的司法文书(如庭审记录)也难以转化为结构化的语义信息,无法有效提取数据特征以进行模型训练,因此机器学习模型对于审判业务的适用性较低。风险矩阵^[2]模型从风险发生概率、可侦测度^[3]和可修复性等维度描述风险的定性评价,通过交叉定位的方式来确定风险等级,但其本质并未完全脱离定性分析的范畴,且其风险分解粒度较粗,易出现 risk tie^[4],即多个评估对象的风险等级完全相同,因此该模型的评估准确性较低,难以实现高精度的审判风险管理。

鉴于此,如何构建兼具业务适用性和评估准确性的审判风险定量评估模型仍是司法领域亟待解决的重要问题。

2 相关工作

由于审判管理系统尚未建立完善的流程信息存储机制,缺乏有效的历史风险数据,审判风险等级评估往往依赖权威法官或管理人员根据经验建立的定性评价,如何将其转换为定量分析成为审判风险评估的核心问题。针对此问题,模糊分析法具有较强的应用优势。该方法利用模糊数将定性评价转化为模型能够分析的数学变量,因此,即使缺乏历史数据的支撑,其仍然能够建立有效的审判风险定量评估模型。

模糊分析法主要包含基于模糊排序的评估模型和基于模糊数相似度的评估模型。基于模糊排序的评估模型研究中,Zhang 等^[5]从“压力-状态-响应”概念模型的角度建立了水安全风险评价指标体系,并基于评价指标相对偏好程度排序确定风险区域。此类模型需要对所有评估对象进行整体排序,但在司法领域中,不同案件的风险级别并不存在可比性,真实的评估工作中也较少出现同时评估多个案件的场景,因此基于模糊排序的评估模型不适用于实际审判管理业务。基于模糊数相似度的评估模型研究中,Jaribion 等^[6]基于 Zuo 等^[7]提出的模糊数相似度算法,构建了基于大数据汇总的故障检测方法,充分发挥模糊数处理非线性和不确定问题的能力。Chutia 等^[8]和 Khorshidi 等^[9]基于广义模糊数相似度算法确定了模糊风险值与风险级别的贴近程度,构建了行业风险评估模型。该类模型中不存在多个评价对象互相依赖的情况,当仅有一个对象时,其也能确定风险等级,因此更加适用于审判风险评估场景。

针对上述问题,本文采用基于模糊数相似度的评估模型进行审判风险研究,主要包括风险指标构建、风险聚合、风险等级确定这 3 个环节^[10]。在风险指标构建方面,现有研究大

多采用传统的风险辨识框架,但该框架评价粒度较粗,难以应对成因复杂的审判风险;在风险聚合方面,目前研究所采用的 FWA 等算法对多类型审判风险数据的处理能力较弱,经常出现算法失效的问题;在风险等级确定方面,目前所采用的模糊数相似度算法虽然能排除人为因素的干扰,实现风险等级度量^[11-12],但在特殊数据处理和评估准确性方面仍存在不足。

因此,本文对上述 3 个环节分别进行优化,构建了基于模糊数相似度的审判风险评估模型。在此基础上,设计并实现了法院审判风险评估系统,该系统满足了管理人员对审判风险进行计算、管理和预警的需求。

3 基于模糊数相似度的风险评估模型设计

基于模糊数相似度的风险评估模型按照数据处理流程可分为 3 种:1)基于 AHP 的风险指标模型;2)基于混合输入的风险聚合模型;3)基于相似度算法的风险等级确定模型。本节将介绍 3 个子模型的具体设计方法,并从业务适用性和数据兼容性这两方面对审判风险评估模型进行实验分析。

3.1 基于 AHP 的风险指标模型的设计

层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP) 具备较强的系统性分析能力,面对成因复杂的多类型审判风险,该方法能够快速梳理风险层级关系,为后续的风险评估建立清晰的辨识框架。因此,基于 AHP 的分解目标思想,本文融合法院人员的办案经验、社会舆论和现行法律法规等要素,构建多层级的审判风险指标模型,具体步骤如下:

(1)目标层构建。根据审判风险指标模型的评估目的将总体目标确定为审判风险,但实际司法业务管理中会出现不同类型的风险,需要处理的人和事也都会随之不同。为保证管理相对精细且务实,本文对审判风险进一步分类,建立了舆情风险、质量风险、效率风险和廉政风险 4 个子目标。

(2)准则层构建。基于历史案件文书进行分析,建立风险评估的准则层,其中包括法官、当事人、流程操作和案情 4 个标准准则。

(3)指标层构建。采用德尔菲方法对造成风险的多方面因素进行梳理建模,并结合法院业务需求对模型剪枝,最终以 4 类审判风险为评估目标,并基于法官、个人和案件等不同方面的准则,建立若干项指标形成指标层。在此基础上,法学专家在指定的术语 (Absolutely Low, Very Low, Low, Fairly Low, Medium, Fairly High, High, Very High, Absolutely High) 中选择评价词,并对每个指标的影响程度做出描述。

最后针对司法审判业务,本文设计了基于 AHP 的审判风险指标模型,其中包含风险指标及其对应的影响程度,如图 1 所示。

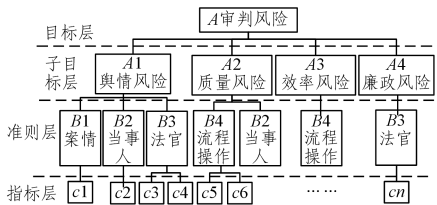


图 1 审判风险指标模型

Fig. 1 Trial risk indicator model

现有风险评估模型所构造的指标结构如图 2 所示,该结构主要基于专家经验和相关文书制度对风险的构成因素进行粗粒度的分解,从而形成风险指标,并对若干个指标的发生概率和影响程度进行评价。但是该方法所涉及的维度较少,也无法对风险进行有条理的深层次梳理,易造成指标不完善的问题。与之相比,基于 AHP 的风险指标模型评价方式更贴合法学专家的思维模式,所覆盖的风险类型和评价维度也更为广泛,有效建立了审判风险与业务流程之间的联系,具备较高的可扩展性。同时其利用细粒度的建模方法对审判风险进行辨识和分析,这在实际审判管理业务中有效提高了风险评估的客观性。

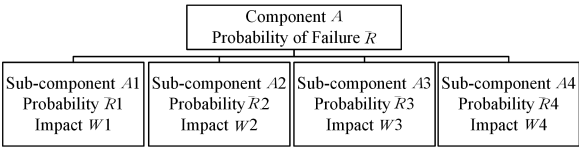


图 2 传统风险指标模型^[13]
Fig. 2 Traditional risk indicator model^[13]

3.2 基于混合输入的风险聚合模型的设计

为了实现多类型风险等级度量,还需要进一步对审判风险指标进行聚合并获得模糊风险值。常见的方法有 FWA (Fuzzy Weighted Average)^[14]模型,该模型虽然通用性强,但是数据处理方式单一,难以聚合比较复杂的风险指标。PFWA,IFWA 和 VFWA^[15]等模型则是基于 FWA 的扩展聚合算法,对数据要求较高且难以收敛。针对此问题,本文以 FWA 为基础,避免算法无限迭代,并对输入机制进行优化,提出了基于混合输入的风险聚合模型(Mix Input FWA,MIFWA)。

该模型首先根据评价短语与模糊数的映射关系,如表 1 所列,将指标信息进行转换,获取对应的影响程度和事实判定系数。

表 1 评价短语与模糊数的映射关系^[16]

Table 1 Mapping relationship between linguistic terms and fuzzy numbers

Linguistic terms	GFNs
Absolutely Low	(0,0,0,0,0,0,0,0;1,0)
Very Low	(0,0,0,0,0,0,0,0.07;1,0)
Low	(0,0.04,0,1,0,18,0,23;1,0)
Fairly Low	(0,17,0,22,0,36,0,42;1,0)
Medium	(0,32,0,41,0,58,0,65;1,0)
Fairly High	(0,58,0,63,0,80,0,86;1,0)
High	(0,72,0,78,0,92,0,97;1,0)
Very High	(0,93,0,98,1,0,1,0;1,0)
Absolutely High	(1,0,1,0,1,0,1,0;1,0)

现有方法中,事实判定系数是指该指标的发生概率,采用广义模糊数表示。针对司法流程管理的实际特性,MIFWA 模型中事实判定系数的取值范围在原本广义模糊数的基础上增加了实数类型,即 1 表示该指标已经发生,0 表示该指标未发生。若某项指标在当前审判流程中存在相关信息,则无需评价其发生概率,直接读取指定节点信息并自动填充判定系数;若该项指标无法从系统中读取相关流程信息,则利用广义模糊数对其发生概率进行描述。

最后根据式(1)聚合某一类风险下的所有指标,获取模糊风险值 R,即:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n (Impact_i \times O_i)}{\sum_{i=1}^n Impact_i + \epsilon} \tag{1}$$

其中, O_i 表示第 i 项指标的事实判定系数, $Impact_i$ 表示该项指标的影响程度, ϵ 为约束模糊数。令 $\epsilon = (0, 0.01, 0.01, 0.01, 0.01; 1, 0)$,避免事实判定系数全部为 0 而导致聚合模型无法正常运算。

相比 FWA 模型,MIFWA 一方面引入约束模糊数以规避模型失效的问题,另一方面融合多类型事实判定系数,从而更好地兼容特殊风险数据,提高风险评估模型对审判业务的适用性。相比 PFWA 和 VFWA 等模型,MIFWA 以广义模糊数为运算基础,有效降低了时间复杂度并简化了算法流程,更适用于高效的司法管理系统。

3.3 基于相似度算法的风险等级确定模型的设计

审判风险评估模型的核心是度量模糊风险值与 9 个风险等级评价短语(如表 1 所列)的相似度,其中,最高值所对应的等级被确定为该风险的最终预警等级。现有模糊数相似度算法常利用质心、面积和周长等特征来度量相似度,但这些特征缺乏较高的区分能力。因此常出现并不完全一致的模糊数被判定相似度为 1^[13]的情况。Chutia 等^[8]将回转半径作为相似度的核心度量因子,在一定程度上提升了算法区分能力,因此,本节对其进行优化,提出了一种新的基于回转半径的模糊数相似度算法,并在此基础上构建风险等级确定模型。该模型基本消除了特殊数据对整体评估结果的干扰,同时排除了人为干预,有效提升了评估准确性和客观性。

本文算法首先将广义模糊数的区间数形式定义为 $A = (a_1, a_2, a_3, a_4; w_1, w_2)$,利用双权值广义模糊数作为运算数据,有效提高模糊数相似度算法的兼容性。然后利用 Deng 等^[17]提出的区域分割法计算模糊数的回转半径,将模糊数分割成 R_1, R_2, R_3, R_4 4 个区域,分别计算各个区域对应的 x 轴和 y 轴的转动惯量 I_x 和 I_y 。因为回转半径与平面图形的转动惯量存在平方关系,所以根据式(2)和式(3)整合 4 个 R 区域,计算模糊数对应 x 轴和 y 轴的回转半径 r_x^A 和 r_y^A 。

$$r_x^A = \sqrt{\frac{(I_x)_{R_1} + (I_x)_{R_2} + (I_x)_{R_3} + (I_x)_{R_4}}{ar(A)}} \tag{2}$$

$$r_y^A = \sqrt{\frac{(I_y)_{R_1} + (I_y)_{(R_2+R_3)} + (I_y)_{R_4}}{ar(A)}} \tag{3}$$

其中, $ar(A) = \int_{a_1}^{a_4} \mu_A(x) dx = \frac{1}{2} \{w_2(a_4 - a_2) + w_1(a_3 - a_1)\}$ 表示模糊数平面图形的面积。

最后算法采用以 e 为底的函数构建模糊风险值与风险等级的相似度计算模型,即:

$$S(A, B) = e^{-t} \tag{4}$$

其中, t 的定义为:

$$t = (\frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 |a_i - b_i|) + \frac{1}{2} (|w_1 - w_1'| + |w_2 - w_2'|) + (1 - p)$$
$$p = \frac{\epsilon + \min(r_x^A, r_x^B) + \min(r_y^A, r_y^B)}{\epsilon + \max(r_x^A, r_x^B) + \max(r_y^A, r_y^B)}$$

$\epsilon \in (0, 0.01]$

其中, r_x^A 和 r_y^A 分别表示模糊数 A 对应 x 和 y 轴的回转半径, r_x^B 和 r_y^B 同理。

相比现有模糊数相似度算法, 本文算法通过引入回转半径这一图形特征, 有效提高了模型的风险区分能力和评估准确性。同时利用函数自身的性质对计算结果进行约束, 确保相似度始终在 $(0, 1]$ 区间内, 这一方面有效规避了模型失效的问题, 提高了数据兼容性, 另一方面避免了对运算法则进行额外调整, 减少了不必要的操作, 提高了模型的评估效率。因此, 与现有模型相比, 基于该算法的风险等级确定模型在风险数据类型多元的审判场景中具体更高的准确性和鲁棒性。

3.4 对比实验

本节对现有评估模型和本文所构建的模型进行对比实验, 从业务适用性和数据兼容性两方面展开分析。

首先, 结合现有案件文书和上海交大慧谷通用技术有限公司¹⁾提供的审判管理流程图对审判流程进行梳理, 并利用专家评价和机器提取相结合的手段, 按照案情、当事人、法官和流程操作 4 个准则, 针对不同类型案件构建差异化的风险指标模型。图 3 给出了基于案情所构建的审判风险指标模型, 该模型将作为对比实验的输入数据。

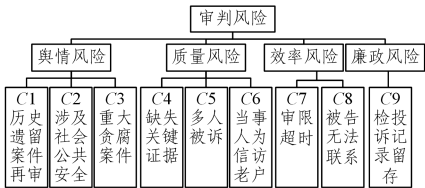


图 3 审判风险指标模型

Fig. 3 Trial risk indicator model

3.4.1 业务适用性分析

本节以如图 3 所示的指标作为输入, 利用基于模糊数相似度的风险评估模型进行审判风险评估, 分析其针对实际司法业务的适用性。具体实现过程如下。

步骤 1 由法学专家对所有指标进行评价, 获取指标影响程度。

步骤 2 将指标模型集成到审判管理系统中, 基于案件流程信息和定性评价获取各项指标的事实判定系数, 融合对应的影响程度, 形成指标信息矩阵, 如表 2 所列。

表 2 指标信息矩阵

Table 2 Indicator information matrix

指标编号	影响程度	事实判定系数
C ₁	High	0
C ₂	Very High	0
C ₃	Very High	0
C ₄	Absolutely High	1
C ₅	Very Low	1
C ₆	High	0
C ₇	High	Very Low
C ₈	High	Low
C ₉	High	Very Low

步骤 3 利用 MIFWA 模型聚合风险指标, 构建模糊风险值矩阵。

步骤 4 分别计算 4 个模糊风险值与 9 个风险等级模糊数的相似度, 获取风险相似度矩阵, 并基于相似度排序确定各类风险的预警等级。如表 3 所列, 舆情风险等级为 Absolutely Low, 质量风险等级为 Very High, 效率风险等级为 Low, 廉政风险为 Very Low。

表 3 风险相似度矩阵

Table 3 Risk similarity matrix

舆情风险		质量风险		效率风险		廉政风险	
Absolutely High	0.04979	Absolutely Low	0.30955	Absolutely High	0.21662	Absolutely High	0.18839
Very High	0.05093	Very Low	0.36788	Very High	0.41702	Very High	0.38206
High	0.05800	Low	0.39351	High	0.47506	High	0.40064
Fairly High	0.06605	Fairly Low	0.44351	Fairly High	0.53546	Fairly High	0.45180
Medium	0.08293	Absolutely High	0.49096	Medium	0.68656	Medium	0.57870
Fairly Low	0.10103	Medium	0.54594	Absolutely Low	0.77275	Fairly Low	0.69789
Low	0.11797	Fairly High	0.67172	Fairly Low	0.82753	Absolutely Low	0.83775
Very Low	0.13235	High	0.77257	Very Low	0.84745	Low	0.84407
Absolutely Low	0.13536	Very High	0.95600	Low	0.97060	Very Low	0.99284

步骤 5 将本文模型与 6 种主流风险评估模型的预警结果进行对比。

参与对比的 6 种模型主要利用传统的指标模型和聚合算法进行风险评估, 核心步骤包括: 1) 建立单层风险指标结构, 如图 2 所示; 2) 利用 FWA 算法聚合所有风险指标的影响程度和发生概率, 不考虑实际流程信息中指标的发生情况; 3) 基于模糊数相似度算法确定风险等级。前两个环节中, 6 种模型采用的方法基本一致, 但第三环节中它们的主要区别在于提出的模糊数相似度算法不同, 包括基于重心、基于距离指数、基于回转半径等, 而本文模型针对

3 个环节均进行了改良。

如表 4 所列, 7 种评估模型针对质量风险、效率风险和廉政风险的评估结果基本一致, 但是针对舆情风险, 其中 3 种现有模型都认为其存在较高风险, 但本文模型的评估结果为 Absolutely Low。由表 2 可知, 若舆情风险所包含的风险指标事实判定系数全部为 0, 则表明在实际审判流程中与舆情相关的指标均未发生, 不存在舆情风险。因此本文模型的结果是正确的, 主要原因在于现有模型利用概率来评价描述所有风险指标, 忽略了流程信息对指标的真实描述, 造成评估结果与实际业务情况出现严重偏离。

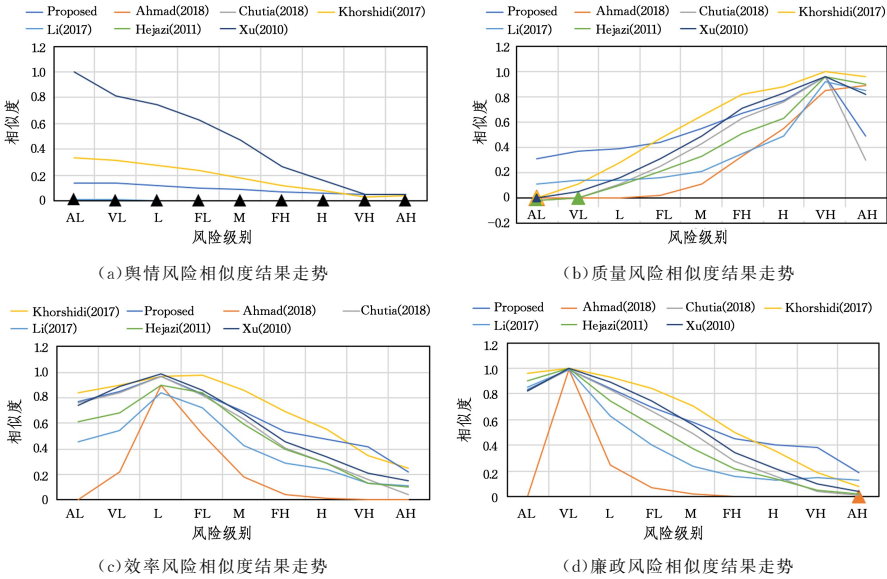
¹⁾ <https://www.withub.net.cn/#!/home>

表 4 审判风险预警等级的结果
Table 4 Results of trial risk warning level

	舆情风险	质量风险	效率风险	廉政风险
本文方法	AL	VH	L	VL
Ahmad 等 ^[11] (2018)	H	AH	L	VL
Chutia 等 ^[8] (2018)	H	VH	L	VL
Khorshidi 等 ^[9] (2017)	AL	VH	FL	VL
Li 等 ^[12] (2017)	AL	VH	L	VL
Hejazi 等 ^[10] (2011)	AH	VH	L	VL
Xu 等 ^[13] (2010)	AL	VH	L	VL

注:风险等级简化为首字母缩写,如 Very High 为 VH

因此,本文模型针对实际语义具备更强的理解能力。通过融合流程信息和指标概率评价,有效增强了模型的多类型信息处理能力并提高了评估结果的准确性,且针对风险数据复杂的司法场景表现出较强的业务适用性。



注:图中横坐标表示风险级别,纵坐标表示模糊风险值与不同级别的相似度,折线上的三角形表示计算结果出现了“None”、0 或负数等异常结果

图 4 相似度计算结果对比
Fig. 4 Comparison of similarity calculation results

综上,现有 6 种模型计算流程极易受到风险指标输入信息的干扰,业务数据兼容性差。但本文模型针对不同风险等级均实现了严格区分,并且所有计算数据均在标准范围内浮动,这表明其无论面对何种数据环境始终能够发挥出模糊数相似度对审判风险的细粒度评估能力,因此在实际司法管理业务中具备更高的数据兼容性。

4 审判风险评估系统的设计与实现

为了充分发挥审判风险评估模型的业务实用性,本节构建了相应的评估系统,将模型与实际业务流程相结合,建设符合司法管理需求的风险监管机制。

4.1 总体架构的设计

审判风险评估系统采用了 B/S 架构设计,以 web 浏览器为客户端,因此身处不同地区的法院人员只需要打开浏览器访问指定地址即可与服务端进行数据交互,且不受硬件设备限制。该系统有效降低了使用门槛,切实地为法院审判业务提供了便利。在系统建设中,为了更加快捷方便地与现有审判管理系统进行集成,本文采用 Vue.js^[18] 框架进行开发,同

3.4.2 数据兼容性分析

为了分析审判风险评估模型针对不同业务数据的兼容性,本节将 7 个评估模型下 4 类风险的相似度结果用折线图的形式呈现出来,并对其进行对比。

如图 4 所示,尽管部分模型输出了与实际语境相符的审判风险评估结果,但根据中间计算流程,部分模型实际输出较多异常甚至错误的相似度结果,只是排序机制提高了模型的容错能力,其中,Chutia 等^[8]、Khorshidi 等^[9]、Hejazi 等^[10]、Ahmad 等^[11]和 Xu 等^[13]的模型均出现对业务数据不兼容而导致模型失效或评估结果溢出的问题。Ahmad 等^[11]和 Li 等^[12]的模型同时还存在个别结果为零及结果趋同的现象,这表明其无法有效建立评估对象与所有风险等级的对应关系,在面对特殊情况的风险数据时,其等级区分能力大幅度降低,存在对业务数据要求偏高的问题。

时引入 Vuex。由于在风险管理内部定义发生变化时,集成中可能涉及到某些功能组件的开放与禁用,Vuex 可以帮助实现不同组件间的数据同步^[19],在系统维护时,开发者只需要关注数据状态的变化,避免风险预警相关组件状态不同步的问题。

如图 5 所示,审判风险评估系统主要包括风险预警模块、风险计算模块和风险管理模块。

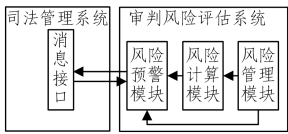


图 5 审判风险评估系统总体架构设计图
Fig. 5 Overall architecture design drawing of trial risk assessment system

风险管理模块存储审判风险指标模型,并提供修改模型的功能接口,同时作为一种配置机制,为风险的计算和预警提供依据,管理人员需要预先在该模块创建风险处理预案及对应的操作命令文件,以供系统读取并实现风险响应。风险计

算模块则以本文的评估模型为基础,读取流程信息并计算风险评估结果,并将其传输给风险预警模块。风险预警模块与司法管理系统中的消息接口相集成,在获取权限后,接管风险偏离预警消息的收发功能。

4.2 风险计算模块的设计

风险计算模块是评估系统的核心部分,该模块输入指标的事实判定系数,通过风险计算算法输出预警等级结果,实现方法如算法 1 所示。

算法 1 风险计算算法

Risk-Calculate(**O**,**I**,**S**,**L**)

输入:风险指标事实判定系数矩阵 **O**,风险指标影响程度矩阵 **I**,风险分割标志矩阵 **S**,9 种类预警等级矩阵 **L**

输出:多类型风险预警等级矩阵 **A**

```
1. while(t≤4)
{
2. 计算每个类型风险的模糊值
   令 FN[t]=MIFWA(S,O,t,D) 见式(1)
} //内循环结束
3. while(j≤4)
{
4. 计算每个类型风险的风险等级
5. 初始化 max=0
6. while(c≤9)
{
7. 计算当前模糊度的预警等级相似度
   令 s=Fuzzy_Similarity(fnj,lc) 见式(4)
8. If s>max
   令 level(j)=c
   令 max=s
} //内循环结束
} //内循环结束
9. 用多类型风险预警等级矩阵 A 表示集合 {level(j)}4j=1
```

算法 1 描述了风险计算模块的具体实现流程。首先根据预先定义的风险指标模型,系统自动生成风险指标影响程度矩阵 **I**;然后前端通过 CGI 接口(通用网关接口)将自动读取或人工输入的风险指标事实判定系数矩阵 **O** 传递给计算模块,同时模块初始化多类型风险预警等级矩阵 **A**;接着遍历事实判定系数和影响程度矩阵,并利用 MIFWA 模型对风险指标实现分类聚合,获得模糊风险矩阵 **FN**;最后遍历该矩阵,基于风险等级确定模型获得当前预警等级 *c*,将 *c* 添加到矩阵 **A** 中,当 **FN** 遍历结束后,风险计算模块将 **A** 返回到前端界面进行展示。

4.3 风险管理模块的设计

风险管理包括风险预案设计和风险指标模型管理。

(1)风险预案设计。该模块基于现有审判风险处理方式,进一步细化了预警接收单位和处理单位,建立了针对不同类型和不同等级风险的应急处理预案。如表 5 所列,将 9 种类型模糊数等级映射为 3 级风险预警,即 Absolutely Low, Very Low 映射为无危险,Low, Fairly Low 映射为低危,Medium, Fairly High 映射为中危,High, Very High, Absolutely High 映射为高危,再针对不同类型风险建立分级应对措施,形成审

判风险应对范式,并将其整合为风险管理配置文件,为风险预警模块提供风险响应处理依据。

表 5 审判风险应对范式设计

Table 5 Design of trial risk response paradigm			
	低危	中危	高危
舆情风险	发送预警消息,提示 舆情监管小组	基于模板生成舆情报 告,将报告发送给舆 情监管小组和审管 办,系统自动备案	生成舆情报告通报审 管办、舆情监管小组 和庭、院领导
质量 风险		提示法官、审管办,系 统自动备案	
效率 风险	发送预警消息,提示 办案法官	结合审限预警机制检 查节点,通报办案法 官和审管办,系统自 动备案	提示法官、审管办和 负责签发的庭、院领 导,系统自动备案,页 面生成报告模板
廉政 风险	异常指标信息发送审 管办	异常指标信息通报审 管办和纪检监察部门	检查人员信息和异常 节点,通报审管办、纪 检监察部门和法院 党组

(2)指标管理模块设计。风险指标模型是进行审判风险评估预警的基础,为了对其实现动态增删改查,在风险管理模块中设计了指标管理子模块。

如图 6 所示,所有法院内部人员都可以查看完整的指标模型,但是只有具备管理权限的法官和审判管理人员可以修改指标模型。进入该模块后,首先检查是否具备权限,如果具备相应权限,那么就允许对指标模型进行操作,提交的修改申请会被提交给审判管理部门由专人审核。若审核未通过,则允许继续修改;若审核通过,则该模块将修改后的指标模型同步更新至数据库和前端界面,同时自动读取相应的管理配置,检查是否存在对应的风险处理预案需要进行修改。如果存在,就通知审判管理部门;如果不存在,则直接结束流程。

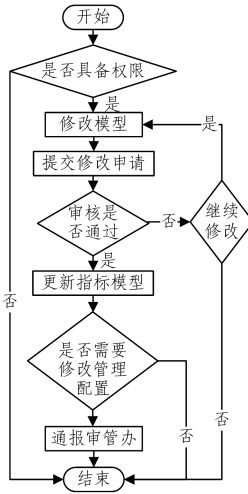


图 6 指标模型管理流程图

Fig. 6 Flowchart of indicator model management

4.4 风险预警模块的设计

风险计算模块检测到风险时会触发风险预警模块自动进行风险响应。

如图 7 所示,当发现风险时,预警模块首先对该案件进行标注,将本次风险的案件编号、当前流程节点、检测时间、风险类型和风险等级写入风险日志库,以便后续进行整体风险态

势分析。然后模块将读取相关配置进行风险处理,包括发送预警消息给不同部门和生成异常信息报告等。最后,管理人员可以将当前无法完全处理或被判断为留存观察暂不处理的案件设置为遗留状态,预警模块负责检查所有操作是否都已完成,若存在未完成的操作,且该案件未被设置为遗留状态,则系统将重复预警操作,直到流程正常结束。

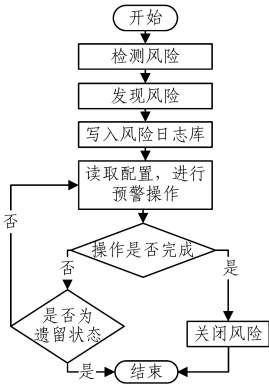


图 7 风险预警流程图

Fig. 7 Flow chart of risk warning

4.5 应用效果对比

为了验证审判风险评估系统的应用效果,本节基于历史案件将风险评估结果与真实审理结果、传统风险预警结果进行对比分析。

首先,利用相关文书系统获取案件信息。以一件网络诈骗案为例,获取审判流程中的关键风险指标信息,如表 6 所列。

表 6 案件指标信息

Table 6 Indicator information of case

风险指标	事实判定系数
法官与本案匹配度低	Medium
法官历史改判率高	Fairly Low
随机分案	1
繁案	0
拒绝证据保全	0
缺失关键证据	0
多人被诉	1
当事人为信访老户	Very Low

然后,将相关数据录入审判风险评估系统进行多类型风险等级度量,其评估结果为:无舆情风险和廉政风险,存在较高质量风险和效率风险。

最后,结合实际审判情况对评估结果进行分析,结果表明,该案件的二审判决书¹⁾表示一审判决结果存在认定事实错误、法律适用错误和量刑明显不当,并撤销了一审部分裁定,这表明案件的确存在质量问题。因此,审判风险评估系统所输出的结果基本正确,有效发挥了审判风险预测和防范的作用。

基于此,本节进一步对多类型审判风险的实际情况和评估结果进行对比,具体情况如图 8 所示,其中,实际结果的风险等级由人工进行标注。

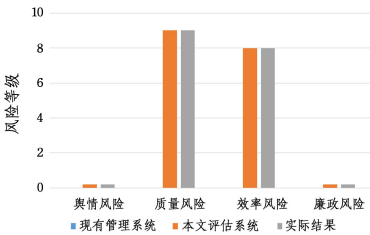


图 8 风险评估结果对比

Fig. 8 Comparison of risk assessment results

现有的审判管理系统仅依赖相关法条对审判流程进行规范,并以审判时限为基础实现流程监管,且面对实际风险时缺乏有效的评估机制,因此 4 类风险的评估结果都为空值。本文所设计的风险评估系统则有效分析了多类型审判风险的预警等级,评估结果均与实际审判结果一致,合理预测了审判业务流程中的潜在风险。

因此,基于模糊数相似度的审判风险评估系统基本满足高精度审判风险管理的需求,有效扩展和优化了目前局限于审判预警的风险管理模式,并为流程偏离预警提供支撑,提高了审判管理的精细化程度。

结束语 本文针对司法管理系统缺乏多因素审判风险定量评估机制的问题,构建了基于模糊数相似度的审判风险评估模型。首先,利用 AHP 方法构建了细粒度的审判风险指标模型;然后,基于 MIFWA 模型完成了风险指标聚合,从而获取模糊风险值;最后,构建了基于相似度算法的风险等级确定模型,实现了多因素审判风险的定量评估。通过与现有的多种风险评估模型进行对比,结果表明,本文模型具有较强的评估准确性、业务适用性和数据兼容性。在此基础上,本文设计并实现了法院审判风险评估系统,该系统包括风险计算、风险管理和风险预警模块,为司法管理人员提供了完善的风险监管机制。

虽然本文构建的审判风险评估模型在一定程度上解决了审判风险定量评估的问题,但是目前仅针对 4 类审判风险进行指标构建,所覆盖的流程要素比较有限。后续可考虑构建流程回溯和节点自动化标注模型,扩大风险评估的覆盖范围,细化风险指标层级和区分粒度,进一步提高指标构建效率和评估准确性。

参 考 文 献

[1] AN Y, HUANG N J, YANG R, et al. Deep learning-based model for risk prediction of cardiovascular diseases[J]. Chinese Journal of Medical Physics, 2019, 36(9): 1103-1112.

[2] WICKBOLDT J A, BIANCHIN L A, LUNARDI R C, et al. A framework for risk assessment based on analysis of historical information of workflow execution in IT systems[J]. Computer Networks, 2011, 55(13): 2954-2975.

[3] LI Z P, YEE Q M G, TAN P S, et al. An extended risk matrix approach for supply chain risk assessment[C]// 2013 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineer-

¹⁾ <http://wenshu.court.gov.cn/>

ring Management, IEEE, 2013;1699-1704.

[4] NI H, CHEN A, CHEN N. Some extensions on risk matrix approach[J]. Safety Science, 2010, 48(10):1269-1278.

[5] ZHANG Y, XU Z, LIAO H. Water security evaluation based on the TODIM method with probabilistic linguistic term sets[J]. Soft Computing, 2019, 23(15):6215-6230.

[6] JARIBION A, KHAJAVI S H, MOTLAGH N H, et al. A novel method for big data analytics and summerization based on fuzzy similarity measure[C]// 2018 IEEE 11th International Conference on Service Oriented Computing and Applications(SOCA). 2018;221-226.

[7] ZUO X, WANG L, YUE Y. A new similarity measure of generalized trapezoidal fuzzy numbers and its application on rotor fault diagnosis[J]. Mathematical Problems in Engineering, 2013, 2013(pt. 2):291-300.

[8] CHUTIA R, GOGOI M K. Fuzzy risk analysis in poultry farming using a new similarity measure on generalized fuzzy numbers[J]. Computers & Industrial Engineering, 2018, 115:543-558.

[9] KHORSHIDI H A, NIKFALAZAR S. An improved similarity measure for generalized fuzzy numbers and its application to fuzzy risk analysis[J]. Applied Soft Computing, 2017, 52:478-486.

[10] HEJAZI S R, DOOSTPARAST A, HOSSEINI S M. An improved fuzzy risk analysis based on a new similarity measures of generalized fuzzy numbers[J]. Expert Systems with Applications, 2011, 38(8):9179-9185.

[11] AHMAD S A S, MOHAMAD D, SULAIMAN N H, et al. A distance and set theoretic-based similarity measure for generalized trapezoidal fuzzy numbers[C]// AIP Conference Proceedings. AIP Publishing, 2018:1-8.

[12] LI J, ZENG W. Fuzzy risk analysis based on the similarity measure of generalized trapezoidal fuzzy numbers[J]. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 2017, 32(3):1673-1683.

[13] XU Z, SHANG S, QIAN W, et al. A method for fuzzy risk analysis based on the new similarity of trapezoidal fuzzy numbers[J]. Expert Systems with Applications, 2010, 37(3):1920-1927.

[14] REZAKHANI P, JANG W S, LEE S, et al. Project risk assessment model combining the fuzzy weighted average principle with a similarity measure[J]. KSCE Journal of Civil Engineering, 2014, 18(2):521-530.

[15] RAHMAN K, ALI A, SHAKEEL M, et al. Pythagorean fuzzy weighted averaging aggregation operator and its application to decision making theory[J]. The Nucleus, 2017, 54(3):190-196.

[16] SCHMUCKER K J. Fuzzy sets, nanural language computations, and risk analysis[J]. Computer Science Press, 1984, 27(3):395-396.

[17] DENG R, SHI W K, DU F, et al. A new similarity measure of generalized fuzzy numbers and its application to pattern recognition[J]. Pattern Recognition Letters, 2004, 25(8):875-883.

[18] CHEN Y. Lightweight responsive framework Vue.js application analysis[J]. China Management Informationization, 2018, 21(3):181-183.

[19] DENG W T. A Study of the Method of Building Single-page GIS Application Based on Vue.js[J]. Technology Innovation and Application, 2018(14):5-7.



YONG Qi, born in 1996, postgraduate. Her main research interests include fuzzy set theory and risk analysis.



LUO Yu-ze, born in 1987, bachelor. His main research interests include fuzzy set theory and risk analysis.