

doi: 10.3969/j.issn.0490-6756.2019.06.031

计算法学：一门新兴学科交叉分支

张妮¹，蒲亦非²

(1. 四川大学图书馆，成都 610065；2. 四川大学计算机学院，成都 610065)

摘要：随着人工智能在法学中深入应用，计算法学(Legal Jurisprudence)作为法学与计算机科学的交叉研究科学应运而生。计算法学是计算思维与法学思想的融合，研究者不再只是与经验、理论打交道，也不是单纯的借鉴和仿照自然科学，而是使用建模、模拟、神经网络等计算方法来分析法律关系，让法律信息从传统分析转为实时应答的信息化、智能化体系。通过主体的分布式实时计算分析法律行为，从而发现法律系统的运行深层规律，提高司法公正和立法科学性，促进司法效率，减少法律系统的摩擦。

关键词：人工智能与法律；法律逻辑；计算社会科学；司法模型；语义挖掘

中图分类号：D90 **文献标识码：**A **文章编号：**0490-6756(2019)06-1187-06

Computational jurisprudence: an emerging interdisciplinary branch

ZHANG Ni¹, PU Yi-Fei²

(1. Library of Sichuan University, Chengdu 610065, China; 2. College of Computer Science, Sichuan University, Chengdu 610065, China)

Abstract: The application of state-of-the-art artificial intelligence to the law has led to a promising area of interdisciplinary research: computational jurisprudence. By investigating legal relationships through simulation and modeling with transforming the legal information analysis to real-time online intelligent system, computational jurisprudence is not simply to simulate the methods of natural science, but a deep integration of computational thinking and legal thought. With distributed real-time computing, computational jurisprudence aims to reveal the intrinsic essence behind legal system to improve the judicial efficiency, promote legislative feasibility and also reduce the conflicts in legal system.

Keywords: Artificial intelligence and law; Legal logic; Computational social science; Judicial model; Semantic mining

1 引言

当前人工智能与大数据处理技术急速膨胀，几乎入侵了社会生活的各个角落，特别是 IBM Watson 一举打败人类围棋冠军，进一步激发了人们对人工智能用于社会科学研究的兴趣。人工智能和大数据挖掘技术渗透在社会生活中，实时、在线、网络

化的计算社会科学研究正在兴起。以对策法学、法解释学为主要研究方法的法律科学，不断吸收计算方法带来的优势，通过应用模拟、建模等计算方法分析法关系，一门法学与计算机科学的交叉研究学科分支——计算法学应运而生。计算法学(legal jurisprudence)是随着人工智能在法学中深入应用而产生，使用建模、模拟、神经网络等计算方法来分

收稿日期：2019-07-16

基金项目：国家重点研发计划“高质高效的审判支撑关键技术及装备研究”(2018YFC0830300)

作者简介：张妮(1977-)，女，法学博士，四川大学图书馆副研究馆员。

通讯作者：蒲亦非，E-mail: 122372242@qq.com

析法律关系,让法律信息从传统分析转为实时应答的信息化、智能化体系,其研究旨在发现法律系统的运行规律,提高司法公正和立法科学性,促进司法效率。

人工智能是为模拟人的思维而建立的智能计算系统,法学是以社会关系为研究对象的法律知识理论体系,前者关注于逻辑推理和算法,后者关注于逻辑推理和经验,探究如何将法律中的经验转化为计算机中的算法。法律中充斥着不确定性与模糊性,如何用计算方式表述案件的事实、法律法规以及法院裁量的具体推理过程?法律计算的终端产品是电子化和在线的提供给用户基于IT技术的系统和服务,无论是法律信息的抽取还是司法裁判的预测,都是用法律软件模拟法官或律师基于法律事实进行法律推理的过程,而法律推理是一个带有个性化法律分析的过程,可否用计算模型表达?每一个案例都是法官价值选择的过程,如何克服法律软件中价值选择潜在的偏见?

2 计算法学的哲学基础——自然为立法

法律体系由法律、判例、理论、程序、权利分级、规则以及元规则等各类知识所组成。人们期望法律概念是精确的、单义的,司法判决是客观的,不受偏见或成见的影响,然而作为逻辑和规则综合体的法律概念包含诸多的模糊和不确定性。法律语言模糊,法律法规需满足如倡导、调整、建议、计划、委托、管理等不同的功能定位,司法解释方式诸多,司法判决受各种社会、经济等诸多因素影响,使得三段论的司法推理在实践中饱受诟病。从系统论和控制论的角度来看,立法和司法是一种双向性的体系,立法直接影响着司法的效果,反过来司法的好坏又要引起立法的存废修改,在变化的社会环境条件下,通过信息反馈来揭示实施效果与立法目的差距,并采取纠正措施,使法律体系稳定在预定的目标状态。

耶林认为法学是一门科学:在法律上,作为被给定的法律秩序;在历史上,作为历史性的产物;在哲学上,作为一种属于人类的生活形式的表述^[1]。法学在表面上看似人类社会的主观选择,但究其本质却是对人类社会客观规律的反映,其设立、运行必然也是符合自然规律的,法律产生、发展和变迁有其自身的成长规律。简言之,“自然为立法法”^[2],“自然”是指自然规律,前一个“法”指我们法律制

度,后一个法指“规则”。法律制度的产生、变迁并非一蹴而就的,而是立足于逻辑、经验的总结,立法者的任务是发现法律自身具备的规律,并通过严谨和精炼的语言将之表述出来。镶嵌在法律制度中的公平、正义观念,看似是人们主观价值的产物,实际也并非凭空产生的,是有一定基础的或然性的产物,法律的实施、变革总是一些个案或是一系列的案件作用的结果。

人工智能的核心问题是让机器进行自动推理,而推理的前提是将自然语言转换为通用的计算语言。1666年,莱布尼兹提出“AI最初的猜想”,即寻求一种世界通用语言和一种普遍算法,不仅要能计算数值,还要能计算概念,一切论证的正确性都能够归结为某种计算,所有符号与词语会导向推理,不正确要么是事实谬误,要么是计算错误^[3]。

随着数学与统计学的发展,人们试图用自然科学的理性来减少人文社会科学研究中的不确定性,法学与技术走得最近的交叉学科分支量化法学(jurimetrics)形成。1949年于里·洛文杰(Lee Lovinger)在其《计量法学:展望新纪元》一文中提出了量化法学的定义,即运用诸如统计等量化方法解决法律问题^[4]。计算机革命为量化法学提供了极大的技术支持^[5],符号逻辑的运用将法律文本从传统的概念分析方法局限中解放出来,演绎和类推等形式逻辑应用于法律信息分析之中,数理建模和实证研究方法是量化法学研究采用的主要方法,综合运用数学、统计学与计算机技术,研究具有数量关系的法律现象^[6]。

1958年Lucien最早提出了法律科学的信息化处理,即建立法律文献或案例自动检索模型和法官裁量模型。1970年Buchanan发表了《关于人工智能和法律推理若干问题的考察》^[7],标志人工智能与法律作为研究分支的诞生。人工智能是研究让计算机模拟人的某些思维过程和智能行为(如学习、推理、思考、规划等)的学科,如何建立基于规则和案例的法律推理模型(专家系统)一直是人工智能与法律的研究重点。人工智能与法律的主要研究集中于法律推理和专家系统,一些基于规则和案例推理的司法裁量系统如HYPO, CATO, IBP, CABARET, GREBE, SCALIR和PROLEXS等被设计出来,有的系统具有连续性和承继性,有的已用于司法实践之中。1989年Berman在“人工智能帮助解决法律系统危机”一文中详细地描述了法律专家系统,用人工智能系统模拟法官的思维,进

行专家裁量预测,并且用计量方法观察法官的判决结果. Ashley 将人工智能与法律的发展分为三个阶段^[8]:(1) 1950—1970年早期将人工智能技术直接用于处理法律数据,建立基于案例的法律辅助系统旨在预测司法判决结果,但囿于技术原因尚无法准确预测;(2) 1980—1990年研究者更多考虑价值选择和法律目的,建立人工智能系统协助司法参与人实现其主张;(3) 2000年以后研究者设计程序旨在解释预测和提出合理的法律论据.

借助视频监控、电子邮件、计算机智能命名系统等,社会科学家搜集与处理海量数据的能力得到了空前提升. 2009年,哈佛大学教授拉泽尔等15名学者在《科学》杂志上提出“计算社会科学”命题后,与日巨增的数字化信息以及人们行为的在线化,使得通过应用模拟、建模等计算方法分析法律关系成为可能,在计算思维的导引下,法学与人工智能、大数据处理技术的结合日渐紧密. 身处大数据和人工智能技术飞速发展的时代,无纸化诉讼、庭审语音及视频记录等为诉讼画像提供了数据支持,人们期待利用人工智能和大数据挖掘技术可实现公平正义的量化和可视化,正在研究用机器学习 and 模拟法官判断依靠“法感”——长期法学知识浸润产生的直觉. 计算法学作为法学与计算机科学的交叉研究科学,使用建模、模拟、神经网络等计算方法来分析法律关系,建立起法律适用的智能算法和模型,促进立法与司法更密切互动,进而促进法律系统运行的更加顺畅. 目前,美国法院将COMPAS系统用于评估罪犯二次犯罪的可能性,ROSS系统在律所中可代替律师助理查询相关案例和法条,CACTUS系统被用于犯罪的预防和调查中.

3 计算法学的研究内容

人工智能是以生物进化的观点认识和模拟智能,模拟人在控制过程中的智能行为和作用,对自寻优、自适应、自镇定、自组织和自学习等控制论系统的研究,具有鲁棒性强、适于并行处理的优点,神经网络对于处理数据模糊、残缺、不确定和缺乏用数学算法进行精确解析这类问题具有独特的优势. 人工神经网络是由大量简单处理单元相互连接而成的非线性系统,能像人脑一样分布式储存信息,分布式储存方式会使网络具有良好的容错性,当给定的信息不完整时,会给出次优、不精确的逼近解. 人工智能获取知识是通过外界学习而来,输入与输

出的关系不是简单的线性映射,具有非线性的信息处理能力. 人工智能是数字时代司法实务的新分析工具,通过建立人机联系,让人类和机器都能在智能活动中充分发挥其优势.

美国 Oliver Goodenough 教授根据人工智能技术发展经验将计算法学划分为三个阶段. 法律科技 1.0、2.0 阶段,主要在当前法律系统下应用科技增强信息处理能力,如计算机辅助法律查询、流程管理、语义处理的专家系统等;3.0 阶段是利用通信、建模和执行等计算技术,深刻改变或代替现有系统,如无人驾驶技术等^[9]. Kevin Ashley 将涉及人工智能与法学领域的研究进行了列举:基于规则的法律推理、基于案例的法律推理、司法预测模型、法律论辩计算模型、法律本体结构、法律检索模型、法律语言的机器学习、法规中提取法律信息、判例中提取法律信息、认知计算模型等^[10].

计算法学使用建模、模拟等计算方法来分析法律关系,让法律信息从传统分析转为实时应答的信息化、智能化体系,旨在发现法律系统的运行规律,促进立法与司法的科学性. 计算法学主要涉及理论与应用两方面的研究,一是透过模型验证和完善法学理论,发现法律系统的运行规律,有利于丰富和发展法学基础理论;二是用深度学习、知识图谱等新技术建立立法与司法模型,提高立法科学性 with 司法效率,减少法律系统运行摩擦. 计算法学的研究内容宜采用开放式原则,将使用建模、模拟等计算方法来分析法律关系的这类研究都可以归于计算法学. 2015年我们在《计算法学导论》一书中^[2],将立法的科学性研究、法律实施效果评价、法律对经济社会发展影响评价、知识图谱、验证法学理论和法规的合理性、用于刑侦证据确定、实用性法律辅助系统等共同构成计算法学的研究内容.

人工智能应用于法学之中,人们研究最多的系统设计是法律的语义分析和司法裁量模型,其系统设计尽量做到一致性、可解释性、连贯性和简单性.

3.1 法律的语义挖掘

法律信息由法律、案例、理论、程序和规则等各类法律知识组成,呈现出非结构化或半结构化的形式. 语义模糊是法律不确定性的根源,在抗辩人认可法律的适用,以及起诉人认定的事实相同的情况下,仍可合理地推论出相悖的结论^[11]. 立法不能预先涵盖所有的未知状况,只能制定一般性的法律法规,譬如使用“合理的理由”等不明确的表达,依靠法官来翻译和应用抽象的概念到新的事实中. 案件

裁判文书为半结构化数据,其中包括首部、事实(案情描述)、理由(证据部分)和判决结果等部分^[12]. 多源异构的数据难以用传统符号科学表达,深度挖掘法律信息,进行诸如法律知识的语义表达、法律语义检索和查询、法律信息管理等研究. 1999 年莱布尼兹法律中心开发的 FOlaw 系统^[13],从法律功能的角度将知识分为规范知识、世界知识、义务知识、反应知识、元法律知识和创造性知识,系统描述和解释法律推理中各种知识的相互关系.

抽取的法律信息能提高法律检索效率,帮助法律人更快找到相关信息. 结合语义的背景和关联研究,法律本体论已被广泛应用于文献查询、数据和文件挖掘、计算机辅助拟定法律,法律汇编、建立裁量模型、多主体模拟以及环境资源管理的决策系统等^[14].

3.2 类推计算模型

实证法学家川岛武宜认为法学是一种经验科学,中心课题是裁判行为. 霍姆斯主张“法律预测说”,即法律提供法官将来如何判决之预测^[15]. 司法实践表明,法官的裁判与个人的预测总是不一致,建立精准类案审判规则的智能辅助系统是司法模型追求的终极目标.

类推计算模型主要有基于法规、基于案例和基于法规与案例的混合三种模型,已建立了专家系统、逻辑推理、法规网络、援引网络等. 类推的前提是案例相似性的判断,选择相关案例,比较相关性,从事实中进行案例类推,人们面临使用何种规则等处理案例中的差异、神经网络过度拟合、案例歧视和偏差等问题.

1990 年 Ashley 在其博士论文中设计了基于案例的 HYPO 专家裁量系统^[16],其后 Brewer (1996 年), Bench-Capon 和 Sartor (2003 年), Roth (2003 年), Horty 和 Bench-Capon (2012 年)等继续沿此思路推进,陆续出现了 CATO、IBP、CABARET、BankXX 等一系列专家系统^[10]. 到目前为止,计算模型中实质性的法律信息基本上是手工从法律资源中析出,也就是从法律专家使用的案例、法规、规则、合同和其他法律文本中获取^[10]. 该系统对法律专家的依赖性比较高,譬如案例特征由专家确定、案例相似性由专家标注继而展开机器训练等,由此产生的智能模型,主观程度较高,且由于投入的人力过大,法律专家系统往往只对某几类案件处理效果较好,普及面不够. 随着大数据处理技术这几年突飞猛进的发展,人们期望应

用大数据挖掘工具,采用决策树、深度学习、知识图谱以及本体技术等手段深入理解自然语言,自动提取案例特征、自动对案例相似性进行排序.

人工智能与法律的交叉研究正在兴起,已有少量前期探索性成果,譬如欧洲研发了网上的 Euno-mos 相似法律信息查询系统^[17],意大利研发了诉讼案例与既往案例库的匹配系统 eMediation,法律信息的深度神经网络提取等^[18].

3.3 法律逻辑分析

法律逻辑推理是建立法律模型的基础. 形式逻辑推理方法有归纳、演绎、类比推理,然而三段论的推理在司法实践中并不尽如人意,除了立法不能达到预期的那样“完美”以外,司法裁判过程也并非如形式逻辑预设的那样,实际裁量过程仅是法官进行利益协调和平衡的过程,法律形式逻辑背后并存着各种立法和司法理由的相关价值和重要性的判断,这种推理并非是一一对应的单调推理,而是具有不确定性、语境依赖性和容错性的非单调推理^[19].

司法模型是模拟法官作出司法裁判的过程,法律推理一直是法律与人工智能研究的核心,法律逻辑直接决定了司法模型的实用性. 2012 年 Prakken 采用可废止演绎推理,对社会法律的价值和先例的学习利用,推论出法规的有效性. 确认以法律辩论(argument-based)为中心的法律推理能更好地刻画案件的情节^[20].

3.4 司法证据获取

证据是诉讼的灵魂,是案件审理与裁判的核心和基础. 现代人工智能技术和信息挖掘技术已用于收集、获取、检验、鉴定犯罪嫌疑人在犯罪过程中形成的各种痕迹、物品、物质以及文书,为刑事案件的侦查破案、检察起诉、法庭审判提供一种科学的司法证明. 譬如,在司法审判阶段,智能辅助办案系统可针对实践中取证环节易发、多发和常见问题,根据以往证据收集和采信的经验教训并结合法律及司法解释确定的程序性规则和合法性要求,引导办案人员依法采信证据^[21]. 值得注意,人工智能虽然可用于证据链的印证和逻辑判断,但自动提取的核心要素是否全面客观、比对的是否准确有效,证明力的有无和大小仍由法官自主判断和采信.

4 计算法学的发展趋势

尽管各国政府与研究机构的相关人员对法律大数据的态度不一、发展有先后,但从法律相关信息信息化走向智能化是必然发展趋势. 人工智

能、数据挖掘等最新技术与 e 法学的对接可能为法学中根本性、基础性和前沿性的问题提供新的视角,作为一门独立的法学学科分支进行相关理论和应用研究,计算法学强调了采用人工智能和数据挖掘等计算方法,采用模拟、建模的手段,旨在通过数量推断未知的意思,故而计算法学更能体现出法律的使命——实现既有正确的法律,正确地发现新法律”具有重大的理论和实践意义,具体如下:(1) 跨学科研究领域的拓展有助于完善法律制度和法学基础理论. 计算法学是法学与计算机科学的交叉学科,借助于数据挖掘工具以及人工智能辅助手段,有利于发现法律运行规律,拓展传统法学理论,同时,拓展计算机科学的研究领域,将人文科学代入计算机科学,增加其实用的广泛性;(2) 基于非单调性法律论证建立司法裁量人工智能模型^[19],透过模型能让干瘪的法律理论鲜活起来,能够窥探其工作的内在机制. 法律检索模型、司法裁量模型、司法推理机制、法律智能回答机器人、法律专家系统等智能增强技术,将极大的促进司法效率的提高;(3) 将法律法规电子化,转化为机器可识别的代码,应用法律推理等人工智能技术在立法领域,有利于减少立法逻辑、语言的差异. 最后,从复杂系统角度,法律体系可看成是一个由立法者、法官、检察官、律师等司法人员组成,通过立法、裁判、和解等方式在法律法规的治理下,并伴随着诸如上诉、再审、立法评估等一系列立法与司法的交互作用^[22]. 人工智能与法律在提供计算模式时,为法律研究人员提供另一种分析路径和验证思想的新工具,可减少法律体系运行的矛盾与摩擦.

计算法学的研究需要法学家与计算机科学的学者深度合作,正在吸引着众多法学、计算机科学的学者的目光,并将形成新型的法律职业. 目前已形成了诸如斯坦福大学法学院 Codex 中心,欧洲人工智能与法律的专委会等专门研究团体. 人工智能引发的伦理问题譬如机器人的主体地位、无人驾驶车的侵权责任、机器作品的版权等,人工智能在法学领域的具体应用譬如建立司法裁判模型、语义分析模型、立法实验等,人工智能产品进入法学领域引发技术风险防控机制与传统司法协调机制改革等问题,正有待于我们进行更为广泛和深入的研究.

5 作者简介

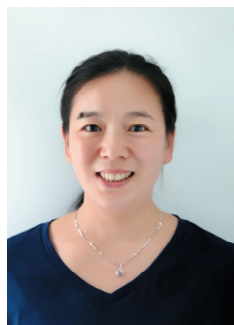
张妮(1977-),女,博士,副研究馆员,任职于

四川大学图书馆、四川大学法学院司法大数据实验室. 2007 年至今一直致力于法律与人工智能等技术与法律的交叉学科研究,2015 年出版专著《计算法学导论》,提出了计算法学 (computational jurisprudence) 的概念,并用案例建模的方式,建立了司法裁量的人工智能模型. 先后在 The Electronic Library、IEEE Access、中国法学(海外版)、中国刑事法杂志、湖南社会科学、法律方法等期刊上发表论文 20 余篇,其中 1 篇论文被 SSCI 检索,7 篇论文被 SCI 检索,5 篇论文被 CSSCI 检索. 主持国家重点研发项目子课题、教育部人文社科基金、四川省科技厅软科学项目等多项基金.

蒲亦非(1975-),男,博士、双博士后、四川大学计算机学院(软件学院)教授、博士生导师、四川省千人计划创新人才、自动化学会分数阶系统与控制专委会副主任. 蒲老师长期聚焦基于分数阶微积分的现代信号处理这一新兴学科分支的尝试性探索和系统研究. 提出图像处理最基本的 6 种分数阶微分算子,获广泛引用并以其名字对算子命名;提出分抗的度量单位和物理量纲,获分数阶电路领域国际著名学者评价“分数阶电路元件的度量单位和物理量纲一个意义重大的概述由申请人的两篇论文总结”;将迷失的第四种电路元件忆阻推广到分数阶,用模拟电路实现国际上第一个分数阶忆阻. 近 5 年在 IEEE Trans Image Process, IEEE Trans Neur Net Lear, IEEE Trans Circuits-I, Int J Neural Syst 等重要期刊发表 SCI 论文 40 篇(一作 20 篇),SCI 他引 330 次(一作单篇 SCI 最高 83 次);第一发明人获授权发明专利 13 项;2018 年个人获奖吴文俊人工智能自然科学奖三等奖.

参考文献:

- [1] 鲁道夫·冯·耶林. 法学是一门科学吗? [M]. 李君韬,译. 北京:法律出版社,2010.
- [2] 张妮,蒲亦非. 计算法学导论[M]. 成都:四川大学出版社,2015.



- [3] 熊明辉. 法律人工智能的前世今生[N]. 中国社会科学报, 2018-10-10(005).
- [4] Loevinger L. Jurimetrics: the next step forward [J]. *Minn Law Rev*, 1949, 33: 405.
- [5] Jackson J H. Jurimetrics-BAADE, HW [J]. *California Law Rev*, 1964, 52: 441.
- [6] 屈茂辉. 计量法学基本问题四论[J]. 太平洋学报, 2012, 1: 26.
- [7] Buchanan B G, Headrick T E. Some speculation about artificial intelligence and legal reasoning [J]. *Stanford Law Rev*, 1970, 21: 40.
- [8] Ashley K. Case-based reasoning. [C]//Information technology and lawyers: advanced technology in the legal domain, from challenges to daily routine. Switzerland: Springer, 2006.
- [9] Oliver G. Computational jurisprudence 3. 0 [EB/OL]. [2015-02-05]. (2019-06-05). <https://law.stanford.edu/2015/02/05/computational-jurisprudence-3-0/>.
- [10] Ashley K D. Artificial Intelligence and legal analytics [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2017.
- [11] Berman H. Obstacles to the development of logic-based models of legal reasoning [C]// Computer power and legal language. Westport, CT: Greenwood Press, 1988.
- [12] 秦永彬, 冯丽, 陈艳平, 等. “智慧法院”数据融合分析与集成应用[J]. 大数据, 2019, 5: 38.
- [13] Valente A, Breuker J, Brouwer P. Legal modelling and automated reasoning with ON-LINE [J]. *Int J Hum-Comput St*, 1999, 51: 1079.
- [14] Sartor G, Casanovas P, Biasiotti M, *et al*. Approaches to legal ontologies: theories, domains, methodology [M]. Heidelberg: Springer, 2011.
- [15] 杨仁寿. 法学方法论[M]. 北京: 中国政法大学出版社, 2018.
- [16] Ashley K D. Modeling legal argument: reasoning with cases and hypotheticals [M]. Cambridge, MA: the MIT Press, 1990.
- [17] Boella G, Humphreys L, Martin M, *et al*. Eunomos, a legal document and knowledge management system for the Web to provide relevant [J]. *Artificial Intelligence Law*, 2016, 24: 245.
- [18] Nguyen S T, Nguyen L M, Tojo S, *et al*. Recurrent neural network-based models for recognizing requisite and effectuation parts in legal texts [J]. *Artificial Intell Law*, 2018, 26: 169.
- [19] 熊明辉. 论法律逻辑中的推论规则[J]. 中国社会科学, 2008, 4: 26.
- [20] Prakken H. Reconstructing Popov V. Hayashi in a framework for argumentation with structured arguments and Dungean semantics [J]. *Artificial Intell Law*, 2012, 20: 57.
- [21] 潘庸鲁. 人工智能介入司法领域路径分析[J]. 东方法学, 2018, 3: 109.
- [22] Ruhl J B, Katz D M, Bommarito M J, *et al*. Harnessing legal complexity [J]. *Science*, 2017, 355: 1377.

引用本文格式:

中文: 张妮, 蒲亦非. 计算法学: 一门新兴学科交叉分支[J]. 四川大学学报: 自然科学版, 2019, 56: 1187.

英文: Zhang N, Pu Y F. Computational jurisprudence: an emerging interdisciplinary branch [J]. *J Sichuan Univ: Nat Sci Ed*, 2019, 56: 1187.