

法律知识的因果表达和非单调推理模型^{*}

Causal Knowledge Representation and Nonmonotonic Reasoning Models in Law Consultant Systems

干红华^{1,2} 潘云鹤¹

(浙江大学人工智能研究所 杭州310027)¹(宁波大学纵横智能软件研究所 宁波315211)²

Abstract Causal reasoning is the most important feature in law consultant systems. This paper analyses the structure of law clauses, proposes a representation model for law knowledge in terms of causal relationships and nonmonotonic reasoning models based on it. These models are successfully applied in the implementation of NBU-CALA+, a law expert consultant system for case analysis and interpretation.

Keywords Law clauses, Causal relationships, Causal knowledge representation, Nonmonotonic reasoning

1 引言

计算机在法律业务上的辅助应用总的来说可分为两类:计算机辅助法律条文查询系统和面向案例的计算机辅助法律分析与解释系统。计算机辅助法律条文查询系统的目标是建立一个丰富的法律条文和案例库,并对它们进行分类,建立索引,通过智能搜索引擎供法律专业人员和普通人查询有关法律条文或案例。法律文件繁复、浩大,依赖人脑记忆可靠性差,手工查找则费工费时,计算机正可以发挥其记忆量、查找迅速等特点,所以这方面的应用是比较成功的,例如北京大学开发的法律查询系统。

一个面向案例的计算机辅助法律分析与解释系统能够根据系统中已有的法律知识(包括法律条文和案例)对实际案例进行分析和解释,并提出建设性的法律建议或结论以供人们参考。与计算机辅助法律条文查询系统相比,计算机辅助法律分析与解释系统需要运用法律知识进行推理,实际上是一个专家咨询系统。建立合理有效的法律知识的表达方法与推理机制是构造一个法律专家咨询系统的关键,这项任务是非常困难的。因为法律知识不仅仅是指成文的法律条文,还应该包括大量的法律解释、判例、不成文的法律规定等等,复杂多样但又严谨;各种法律法规互相联系广泛,适用范围有时难以确定;而法律中的推理方式是典型的因果推理,从某种原因得到结果,丝丝相扣而形成一条因果链。

本文把法律知识作为一种典型的因果关系来进行

处理,运用因果关系的默认逻辑表达方法表达法律知识,形成规则库。这种表达方式抓住了非单调推理的特征,符合法律专家咨询系统实际推理过程。

2 法律知识的因果关系特征

因果关系在客观世界和人类社会中是普遍存在的。在现代科学技术中,因果关系的重要性没有得到应有的重视,这是因为其它一些基本的联系,例如物理关系、逻辑关系等的描述比因果关系更加清晰或精确。但是,在某些领域,因果关系发挥着更加基本的作用,基于因果关系的解释和分析更加深刻、更加本质、更加令人信服。法律就是这样一个领域之一。

一般地说,因果关系有两种形式:具有普遍适用范围的概括性的因果关系(称为潜在的因果关系, potential causal relationships)和在某个特定场合实际发生的因果关系(称为真实的因果关系, actual causal relationships)。在知识表达的层次上,潜在因果关系是我们研究的对象,即所谓的因果知识实际上就是潜在的因果关系,法律知识就是法律领域内的潜在的因果关系,因果知识的表达即为潜在因果关系的表达。

法律知识作为潜在的因果关系,具有一些重要的特征。法律知识具有客观性,它不以人们的意志为转移。法律知识具有时效性,它有一定的适用时间。法律知识也有严格的适用范围,超出这个范围将被视为无效。

对于法律知识的推理具有非单调特征,即一条法律规则在某些证据情况下成立,而在另外证据情况下

^{*} 本研究得到苏州大学江苏省计算机重点实验室资助。

则不成立;或者说随着新证据的出现原来根据规则得到的结论将会被推翻。所以一条法律知识只描述了事情发生发展的一种一般规律,这种一般性可以使推理机制迅速地从法律的前提(即原因)得到法律结论(即结果),除非遇到异常情形(这个异常情形阻止了这条法律规则的使用)。例如,消费者权益保护法第四十一条规定:“经营者提供商品或者服务,造成消费者或者其他受害人人身伤害的,应当支付医疗费、治疗期间的护理费、因误工减少的收入等费用,造成残疾的,还应当支付残疾者生活自助具费、生活补助费、残疾赔偿金以及由其抚养的人所必需的生活费等费用;构成犯罪的,依法追究刑事责任。”这条法律条款包含了多个规则,其中之一即为因果关系“经营者提供商品或者服务,造成消费者或者其他受害人人身伤害的,应当支付医疗费、治疗期间的护理费、因误工减少的收入等费用”,应用这条规则进行推理,一般情况下我们可以迅速地从原因“经营者提供商品或者服务”和“造成消费者或者其他受害人人身伤害的”得到结果“经营者支付医疗费、治疗期间的护理费、因误工减少的收入等费用”。但是,如果新的证据表明消费者的身份是团体或组织,那么上述规则就不成立,这是典型的非单调推理方式,规则的前提除了原因之外还隐含着一些特殊的条件,当那些条件被证据违反时,法律规则就不再成立。

法律知识的表达应该反映上述特征。在传统的专家系统中,最常用的知识表达方式是产生式规则,从表面上看,法律知识的条文性和规范性很适合于产生式规则的表达式,但是产生式规则的表达式不能充分反映法律知识的因果关系特点。

传统的产生式规则采取下列形式:

IF 前提 THEN 结论

其中前提与结论都采用多个逻辑命题之与的形式,如果法律知识采用这种表达式,那么原因就成为前提部分,而结果成为结论部分,这样的表达式不符合法律知识的因果关系特点。第一,产生式规则表达式是基于逻辑蕴涵关系的,当前提都为真时结论一定为真,而根据以上的分析,法律知识只在一般的意义上成立,在一些特殊情形下,原因得到证据支持时,结论也不一定能够得到,第二,法律知识作为因果关系,除了原因和结果外,还有一些激活条件,恰恰是那些激活条件满足或违反导致了法律推理的非单调性,而这些条件通常是隐含的而不是显式的,即它们是否为真是不知道的,而它们一旦为假(有新证据表明)则规则不成立,第三,如果把那些激活条件也作为前提的一部分进行表达,那么也存在下列无法克服的困难:由于激活条件是隐含的,它的真假值并不总是显式地给定,导致规则无

效;激活条件与原因在推理中的地位有明显的差异,把它们一起放在前提中赋予等同的作用是不合适的;激活条件并不是一开始就非常清楚,可能随着认识的深入需要增加,从而需要改变整个规则的构造,导致知识库的重写。

3 法律知识的默认规则表达

一个潜在的因果关系是一个四元组 $R(C, E, S, L)$, 其中 C 是原因, E 是结果, S 是激活条件, L 是作用域。对因果关系 R 的解释可以这样来理解: 如果它在一个特定的情形下成立, 即可以从原因 C 推理出结果 E , 那么必须满足下列三个条件: (1) 原因 C 为真; (2) 激活条件 S 不为假; (3) 这个特定情形应该被包含在作用域 L 中。第一个条件保证了进行因果推理的基础, 原因不成立不能触发一个因果关系的应用。第二个条件强调了因果关系的条件性, 即结果的推出不仅仅依赖于原因, 还依赖于一组激活条件。当然, 这些激活条件在因果推理中的地位要低于原因本身, 因为许多激活条件不是显式出现的。要求激活条件不为假实际上体现了因果推理的非单调特性: 在一般情况下原因成立可以推理出结果(即激活条件不假), 但是一旦存在某一事实使得其中一个激活条件为假, 那么这个因果关系就被阻击, 结果不成立。第三个条件保证了因果系统的应用范围, 潜在的因果关系所具有的可重用性只有在作用域允许的情形下才体现出来。对于不属于作用域的情形则不能保证其可用性。

潜在的因果关系在特定情形下的成功应用形成实际的因果关系, 所以利用因果关系进行成功推理必须在知识的表达上体现上述三个条件。在法律专家咨询系统 NBU-CALA+ 中, 法律的条文和其它法律知识都被当作因果关系来进行处理, 表达为默认规则组成带索引记号的规则库。这种表示方法较好地体现了因果关系的上述三个条件, 特别是抓住了因果推理中的非单调特性。

默认逻辑(default logic)是一种经典的非单调逻辑方法, 它的基本规则形式为

$\alpha: \beta/\gamma,$

表达的意义是“如果 α 成立, β 不假, 那么 γ 也成立”, 其中 α 被称为前提(Prerequisite), γ 为结论(Consequent), 而 β 则称为判据(Justification)。这种推理规则恰当地体现了默认的非单调性质, 在许多领域得到应用, 其关键之处是 β 的不假性判断, 包括真和不知道两种情形。如果我们把四元组的因果关系直接映射到默认规则的表示中, 即原因 C 映射为默认规则中的前提, 结果 E 映射为结论, 一组激活条件 S 映射为判据, 则有如下的因果规则

$C; S/E,$

它的意义是“如果原因 C 成立,激活条件 S 不假,那么结果 E 成立”,完全符合因果关系的逻辑解释。

根据默认逻辑,我们可以用一阶谓词来表达原因、结果和激活条件。如果原因、结果或激活条件包含了多个谓词表达,那么可以写成“与”的形式,即 $C = c_1 \wedge \dots \wedge c_m, S = s_1 \wedge \dots \wedge s_n, E = e_1 \wedge \dots \wedge e_n$ 。一般地,一条因果默认规则有这样的形式:

$$c_1 \wedge \dots \wedge c_m; s_1 \wedge \dots \wedge s_n / e_1 \wedge \dots \wedge e_n.$$

例如,对于消费者权益保护法第四十一条规定“经营者提供商品或者服务,造成消费者或者其他受害人人身伤害的,应当支付医疗费、治疗期间的护理费、因误工减少的收入等费用,造成残疾的,还应当支付残疾人生活自助具费、生活补助费、残疾赔偿金以及由其抚养的人所必需的生活费等费用;构成犯罪的,依法追究刑事责任。”这样一条法律知识,我们可以把它分解成以下的几条默认规则:

$$\begin{aligned} R_1 &\Leftarrow \text{Provide}(PX, OX) \wedge \text{Harm}(CX) : \neg \text{Org}(CX) \wedge \\ &\quad \text{Evidence}(OX, CX) / \text{Pay}(PX, CX, a); \\ R_2 &\Leftarrow \text{Provide}(PX, OX) \wedge \text{Disabled}(CX) : \neg \text{Org}(CX) \wedge \\ &\quad \text{Evidence}(OX, CX) / \text{Pay}(PX, CX, b); \\ R_3 &\Leftarrow \text{Provide}(PX, OX) \wedge \text{Crime}(PX) : / \text{Call}(PX, OX, \\ &\quad L). \end{aligned}$$

这里, PX 代表经营者, OX 代表商品或服务, CX 代表消费者,它们在变量库中定义。Provide, Harm, Disabled, Org, Evidence, Pay, Crime, Call 表示相应的谓词,它们在谓词库中定义和说明,其中谓词 Call 表示调用另外作用域的因果关系默认规则。常量 $a = \{\text{医疗费, 护理费, 误工费}\}$, $b = a \cup \{\text{生活费, 补助费, 赔偿金, 抚养人生活费}\}$ 。显然,规则1和2的成立,除了原因所列的条件外,必须给出合理的证据(Evidence(OX, CX))),而且消费者不是组织或团体($\neg \text{Org}(CX)$)。这样的解释与法律的实践是吻合的。而规则3的判据部分为空,就退化为一个蕴涵式,即只要构成犯罪,就运用刑法的条款(另外一个作用域)去进行处理。

在 NBU-CALA+ 中,因果关系的作用域是由默认规则库的索引标记来实现的。索引标记分为静态和动态两种。静态索引是以法律本身名称作为依据,例如消费者保护法,把所有有关的默认规则都存放在此条目下。动态索引是根据应用的领域确定的,例如当前的问题是商业活动,那么消费者保护法、合同法、公司法等等法律所包含的默认规则都是可以应用的。NBU-CALA+ 基本上只能局限于运用动态索引能够找到的规则进行推理,类似上述的规则3中调用另外作用域规则的情况可能引起混乱,如果超出动态索引范围的话。

4 法律知识的非单调推理模型

在传统的专家系统中,正向推理和反向推理是两

种常用的推理机制。类似的基于因果默认规则的正向推理和反向推理机制,称之为因果预测、因果解释和因果诊断,都在 NBU-CALA+ 实现中得到应用。由于判据的作用,这三类推理模型都可被认为是非单调的。

因果预测属于正向推理机制。它的思想如下:给定当前事实库,调用符合作用域的默认规则库,对于任意一条规则,如果它的前提为真,而它的判据与当前事实库没有矛盾,那么它的结论也为真,也就是说,根据因果关系我们预测出了结果。如果它的前提为假,或者如果前提为真,但判据中有一条件与事实相违背(即使得判据成假),则无法推出结论。因果预测是法律推理的主要模型,它的算法框架如下:

(1) 检查当前问题领域属于某一因果关系的作用域 L , 根据索引标记得到可用的默认规则库 D 。转(2)。

(2) 根据当前事实库 F , 寻找 D 中的所有默认规则 $R = c_1 \wedge \dots \wedge c_m; s_1 \wedge \dots \wedge s_n / e_1 \wedge \dots \wedge e_n$, 使得它的前提 $c_1, \dots, c_m$ 被 F 中的事实所匹配。转(3)。

(3) 对于每一条规则 R , 检查它的判据 $s_1, \dots, s_n$ 是否与 F 中的事实一致。如果判据中条件与事实没有冲突,得到返回值 $\{e_1, \dots, e_n\}$, 并且 $F = F \cup \{e_1, \dots, e_n\}$, 转(4); 如果判据与事实相冲突,转(4)。

(4) 判断推理是否结束(D 为空或 F 引入矛盾或其它原因)。不结束则转(3)。

因果解释是基于这样的推理思想:给定一个问题目标,调用符合作用域的默认规则库,对于任意一条规则,如果它的结论为真,那么它的前提必须为真,而且它的判据与当前事实库中的事实没有冲突。这是一种反向推理模型,当问题目标明确而且要求给出解释时,它能够予以准确的回答,在 NBU-CALA+ 中用来解释关键结论的推理过程,组成一条因果链。它的基本算法框架如下:

(1) 检查当前问题领域属于某一因果关系的作用域 L , 根据索引标记得到可用的默认规则库 D 。转(2)。

(2) 根据当前目标库 G , 寻找 D 中的所有默认规则 $R = c_1 \wedge \dots \wedge c_m; s_1 \wedge \dots \wedge s_n / e_1 \wedge \dots \wedge e_n$, 使得它的结论 $e_1, \dots, e_n$ 被 G 中的事实所匹配。转(3)。

(3) 对于每一条规则 R , 它的判据 $s_1, \dots, s_n$ 必定与 G 中的事实一致,得到返回值 $\{c_1, \dots, c_m\}$, 并且 $G = G \cup \{c_1, \dots, c_m\}$, 转(4)。

(4) 判断推理是否结束(D 为空或 G 中目标已包含在初始事实库 F 中)。不结束则转(3)。

因果诊断也是一种反向推理模型,它是基于这样的想法:有时人们需要了解为什么最终得到一个与期望相反的结论而前提却是满足的?根据默认规则,这是由于判据中某个条件与事实库中的事实发生了冲突,

(下转第38页)

传统的搜索引擎是一种典型的集中控制式服务,缺乏对个人用户不同需求的考虑,所以用户只能是被动地接收信息,而无法从个人需求、效率等方面对信息加以过滤。本系统提出的个性化多层次配置机制能很好地改变这一状况。用户可以预先选择 URLs 范围,确定最大连接时间、动态监控频度和最大搜索层数等,这种个性化机制可为用户提供更为满意的服务。

表1 Agent 社会与传统搜索引擎的比较

属性	Agent 社会	传统搜索引擎
网络智能	移动 Agent 智能选择移动策略	完全依赖于网络性能
动态监控	自动监测并更新	需要手动更新
异步传送	发送请求和接收结果异步分离	必须保证连接正常
信息分类	用户按照个人的兴趣爱好进行分类	资源信息被预先分类,不考虑用户选择
学习能力	有一定程度上的机器学习能力,并能自动拓展知识	手动支持的人工学习
主动搜索	根据用户的兴趣主动搜索、过滤信息	当用户提交查询请求时才提供服务,无主动搜索
成果共享	Agent 间的多层次共享	信息存放于集中式数据库

结论 Agent 社会是一个具有个性化智能化的多 Agent 信息发现环境。它以用户为中心,从用户的角度出发进行 WWW 搜索。比较传统的 Web 搜索引擎,Agent 社会在个性化和智能化信息发现方面有很多特

色和优势。具体比较见表1。

从上述比较不难发现,Agent 社会能够为用户提供更高效的信息服务,对用户更具亲和力。可以预见,随着智能 Agent 和移动 Agent 相关技术的进一步发展,Agent 社会在未来的信息发现应用中会起到越来越大的作用。

参考文献

- 1 Bowman C M, et al. Scalable Internet Resource Discovery: Research Problems and Approaches. Communications of the ACM, 1994
- 2 Palmas D. Programmung Bots, Spiders, and Intelligent Agent in Microsoft Visual C++ Beijing Hope Electronic Press, October 1999
- 3 Hubns M N, Singh M P. Software Agents and Resource Discovery IEEE Internet Computing, July & August, 1998
- 4 Chen Xin, Chen Junliang, Zhong Yutao, Liu Guodong, Xu Yongsen. VINE. A User-oriented and Cooperative Model in Internet Information Retrieval. Proceedings of ISFST 99, October 1999
- 5 Lu Jian, Zhang Min. Research on the Componentware Framework Based on the Mobile Agent Technology: [Technical Report of State Key Lab. for Novel Software Technology]. Nanjing University, 1999
- 6 Straber M, Baumann J. Mole-A Java Based Mobile Agent System, IPVR. University of Stuttgart, German, 1996
- 7 White J. Telescript Technology: Mobile Agents In Software Agents, J. Bradshaw (Ed.), MIT Press, 1996
- 8 Zhong Yutao, Huang Weiyun, Chen Xin, Xu Yongsen, Chen Junliang. A Multi-Agent Cooperation Model in Internet Information Retrieval. Proceedings of TOOLS Asia'99 and OOT China'99, September 1999

(上接第55页)

而使期望的结论无法得到。在 NBU-CALA+ 中,因果诊断与因果解释一起发挥作用。与因果解释相对照可以看到,正常的一条解释因果链在冲突的地方断开了,而这个冲突处由因果诊断推理机制给出。基本算法框架如下:

(1) 检查当前问题领域属于某一因果关系的作用域 L, 根据索引标记得到可用的默认规则库 D。转(2)。

(2) 根据当前目标库 G, 寻找 D 中的所有默认规则 $R = c_1 \wedge \dots \wedge c_m : s_1 \wedge \dots \wedge s_r / e_1 \wedge \dots \wedge e_n$, 使得它的结论 $e_1, \dots, e_n$ 与 G 中的事实相冲突, 而它的前提 $c_1, \dots, c_m$ 被 G 中的事实所匹配。转(3)。

(3) 对于每一条规则 R, 检查它的判据 $s_1, \dots, s_r$, 得到与事实相冲突的判据条件 s_i 并返回, 结束。

参考文献

- 1 Gan Honghua. A Computational Analysis of Event Causation. Theory and Applications: [Research Report]. Department of Computer Science, University of Exeter, UK, 1996

- 2 Mackie J L. The Cement of the Universe: A Study of Causation. Oxford University Press, 1974
- 3 Reiter R. A Logic for Default Reasoning. Artificial Intelligence, 1980, 13: 81~132
- 4 Savasdisara P. No 1 Computer-Aided Law Analysis System. A Source of Computer-Aided Support Systems Computer and Law, 1994, 5(2): 28~30
- 5 Shoham Y. Nonmonotonic Reasoning and Causation. Cognitive Science, 1990, 14: 213~252
- 6 全国人大常委会法制工作委员会. 中华人民共和国法律汇编(行政[经济类]卷). 法律出版社, 1996
- 7 干红华, 潘云鹤. 一个基于事件的因果关系实体框架. 计算机科学, 2000, 27(11, 增刊): 63~65
- 8 史济建, 俞瑞钊. 专家系统实现技术. 浙江大学出版社, 1995