

# CBR——一种新型的人工智能推理方法

韩军,车文刚

(昆明理工大学 信息工程与自动化学院,云南 昆明 650051)

**摘要:**介绍了 CBR(Case Base Reasoning)的历史背景、现状和发展趋势,详细阐述了基本原理和相对于 RBR(Rule Base Reasoning)的优势,并从应用的角度分析了 CBR 循环中所要解决的关键问题,及其一些解决方案、发展趋势和它们在各个领域中的应用。

**关键词:**人工智能;CBR;专家系统

**中图分类号:**TP181 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-855X(2003)01-0088-04

## CBR—A Kind of New AI Reasoning Method

HAN Jun, CHE Wen-gang

(Faculty of Information Engineering and Automation, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650051, China)

**Abstract:** The history, present condition and trend of CBR (Case Base Reasoning) are introduced, and the primary principles of CBR and its advantages to the RBR(Rule Base Reasoning) are also specified. Some cruxes in CBR application are analyzed and many solutions, trends and applications to these cruxes are also introduced.

**Key words:** AI; CBR; expert system

### 0 引言

信息社会给人们的生活和社会带来了巨大的变革,但人们在面对杂乱无章的信息和众多的经验时却显得手足无措,不知道如何做出决策,迫切需要高度智能化的软件,这种需求将推动计算机产业的革命。

CBR,它的全称为 Case base reasoning,正是在这样的情况下迅速发展起来的,同时它也是针对基于规则的 RBR 系统的众多缺点而提出来的,其基本原理为:以实例为基础进行推理,把人们以往的经验存成一个个的实例,当面临新的问题时,就可以对实例库进行搜索,找到合适的实例作为参考,这其实是实现经验的重用;如果对找到的实例有不满之处,就可以进行修改以适应当前情况,修改后的实例将被再次存入实例库,以便下次使用时作为参考,这其实是实现经验的自学习。

CBR 的应用非常广泛,如企业决策,机械制造,法律咨询,疾病识别,天气预报等等,并且都取得了很好的效益。

### 1 CBR 的历史和现状

早在 1982 年 Roger Schank 在动态存储器技术方面的研究中就发现,过去的一些状态对问题的解决和学习有重要的作用.最早的一个 CBR 系统叫做 CYRUS,是在 1983 年由 Janet Kolodner 在耶鲁大学开发的,它是基于 Schank 的动态存储器模型而开发出来的,它是一个问答式的专家系统,主要处理对前美国国务卿 Cyrus Vance 的各种旅行和会议的查询.它成为以后的许多 CBR 系统的基础,如: MEDIATOR [Simpson - 85], PERSUADER [Sycara - 88], CHEF [Hammond - 89], JULIA [Hinrichs - 92], CASEY [Koton - 89].

CBR 的另外一个重要基础是 1989 年 Bruce Porter 在德克萨斯州立大学所提出并发展的机器分类学习的概念,他提出把领域知识和特殊的实例综合成为一个统一的表达方式.这种表达方式在 1991 年开发的

收稿日期:2002-07-02.

第一作者简介:韩军(1974.4~),男,硕士研究生;主要研究方向:计算机网络与人工智能.

GREBE [Branting - 91]系统中得到了进一步的发展.另外一个对 CBR 做出显著贡献的系统是 HYPO,它是由麻萨诸塞州立大学的 Edwina Rissland 小组开发的一个法律案例系统,在这个系统中实例不单用来得出一个简单的结论而用来解释和评估结论.还有 MIT 的 Phyllis Koton 等人开发了一个深度因果模型和 CBR 相结合的系统 CASEY.

在欧洲 CBR 的研究要比美国晚一些,它的 CBR 的研究跟专家系统和知识获取有着紧密的联系.最早的系统是由 Kaiserslautern 大学的 Michael Richter, Klaus Dieter Althoff 等人开发的 MOLTKE 系统,用于复杂的技术诊断.

总的来说, CBR 的各种应用在美国和欧洲已发展到相当数量,在网络和电子商务方面的应用也在不断展开,例如网上商店智能向导,支持自由文本描述的信息查询系统,网上 CBR 开发工具等.也涌现了很多种 CBR 的开发工具,如 Inference Corporation 公司的 CBR - Express 工具,CasePoint 工具;Haley Enterprises 公司的 Eclipse 工具;Isoft 公司的 ReCall 工具等.如英国政府投资的 INFOSHOP 系统,它是一个当地政府法规咨询决策系统,是用来帮助处在第一线的政府职员们处理公众关于当地法规的一些询问.它能自动处理一些反复被公众提到的问题,同时对于那些不能处理的特殊问题,它会把它们提交给专家组,专家组进行处理后再回复公众,同时这个案例被存到数据库,当下一次被问到相同的问题时,就可由系统直接得到回复,而不消再提交到专家组.这个系统大大提高了政府部门的办事效率,它是英国政府实现公众服务自动化目标的一个组成部分,2000年4月19日获得了英国政府2000年度革新奖.

相对于国外,国内对 CBR 的研究还比较少,集中于少数大学和研究所,高质量的论文和研究团体都很少,这和国外大量的学术团体和论文形成了鲜明对比,说明我们在这方面还存在很大差距.应用也处于初级阶段,只能实现基本的 CBR 架构,对于更加深入的 CBR 理论的研究和应用还很少,而国外的更优化的应用却显然要多得多.

## 2 CBR 的引入及基本原理

### 2.1 CBR 的引入

CBR 是在 RBR (Rule Base Reasoning) 的基础上引入的,它克服了 RBR 的众多缺点:

(1) CBR 系统克服了 MBR 所具有的知识获取瓶颈,因为 CBR 的知识获取仅仅是简单的获取过去的实例.

(2) 在没有模型存在的情况下, CBR 系统也能建立,而 RBR 则必须建立应用空间模型;

(3) 系统维护将变得十分简单;

(4) CBR 系统能快速得出解决方案;

(5) 特定的实例将用来为方案提供说明,这比纯粹的规则更有说服力;

(6) CBR 系统能以获取新的实例的方法实现自主学习;

(7) CBR 系统能够反映使用者的经验积累,同一套 CBR 系统在不同的使用环境下经过一段时间,将会成为不同的系统.

### 2.2 CBR 的基本原理

CBR 的基本原理如图 1, 当一个新的待解决问题提出后,可以把它抽象为一个新实例,为了解决这个问题我们从实例库中找出一个和新实例最相近的实例,其解决方案就可作为新问题的参考,如果对此方案有什么不满意,可进行修改,修改后的实例成为一个新学习到的实例被存到实例库中,如果下一次碰到类似的问题就可以以此作为参考.

从上面可以看到 CBR 的原理和人们日常解决问题的方法基本相同,当我们碰到一个不熟悉的新问题时,我们通常会回忆起以往的成功经验,并以之为参考作出新的解决方案,如果方案成功,则这次经验被作

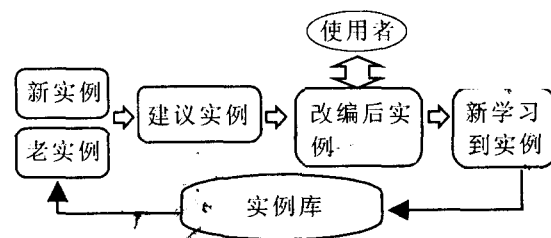


图 1 CBR 实例循环

为成功经验记下来,若失败,则作为失败经验记下来,这就是我们不断学习的过程。

### 2.3 CBR 要解决的关键问题

#### (1) 实例的表述方法

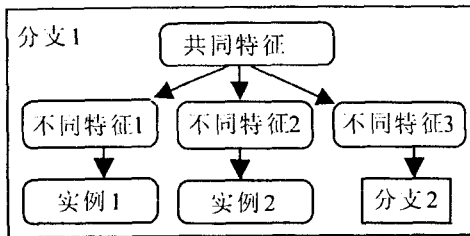


图2 动态存储模式

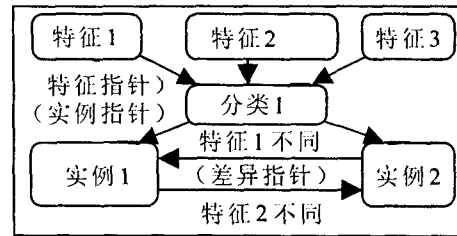


图3 类别样本模式

要实现 CBR,实例的表述是非常重要的,它是 CBR 循环的各个部分的基础,它应该具有良好的组织结构,便于查询和存储的同时能够提高查询速度和精度.实例的表述根据不同的问题有不同的方法,大致上可以分为两种思路,动态存储模式和类别样本模式.所谓动态存储模式如图 2,是通过一种通用的实例结构来组织具有共同特征的实例,再用它们的不同点作为索引把不同的实例区分开来.如图 3 分类样本模式中的实例处于分类,特征,实例所组成的网状结构中,它包括三种指针:特征指针,从不同特征指向分类;实例指针,从分类指向实例;差异指针,从一个实例指向差异最小的另一个实例.

#### (2) 实例的查询方法

实例的查询是根据问题的描述找到最佳实例的过程,它包括实例特征辨识、匹配和筛选.采用的匹配方法通常为最短距离法,即:

$$\text{Similarity}(T, S) = \sum f(T_i, S_i) * W_i,$$

其中  $T$  为所要检索实例,  $S$  为源实例,  $W_i$  为权值,  $f()$  为所选取的距离函数,可针对不同的应用采用不同的  $f()$ ,以达到理想的效果.同时由于现在的 CBR 系统普遍采用数据库技术,所以在查询方法上还考虑了缩小搜索域,搜索参数的自学习等方面,大大

提高了搜索速度,如反馈式 CBR 系统,如图 4 所示,它增加了一张实例查询的中间结果表(med case)和权值日志表( $W_i$  Log).当一个实例进行第一次查询时,其查询结果被存储于中间结果表,一般结果数量可能太大,需要进行第二次查询,修改  $W_i$  后进行第二次查询,第二次查询只对中间结果表进行搜索,从而避免了对整个数据库的搜索,大大降低了查询时间,同时权值日志表把旧权值修改为当前的  $W_i$  值,如果结果令人满意则停止查询,否则继续以上过程.以后如果有相类似的实例查询出现,就可能利用已修改的  $W_i$  一次查询得到满意结果,这其实表现了权值的可学习性.

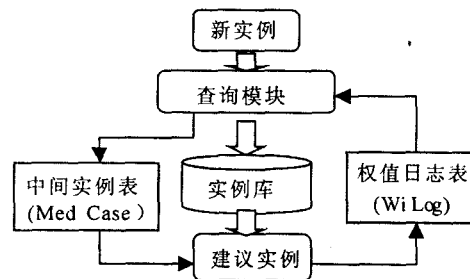


图4 反馈式 CBR 原理图

#### (3) 实例的重用方法

实例的重用是指怎样利用老的实例为我所用,包括实例的有用部分的继承和其继承方式.继承方式通常有两种:思路继承和过程继承.所谓思路继承就是继承其解决问题的方法,通常需要规则的支持.所谓过程继承是指继承其整个解决问题的过程,包括思路和具体实施细节.

#### (4) 实例的改编方法

实例的改编是指通过检验实例重用后的效果,学习其成功或者失败的经验,包括解决方案的评估和错误的修正.目前此领域主要研究的方向是实例的自动改编机制,实例的自动改编主要有以下方法:

① 基于规则的自动改编机制:对于需要改编的知识域人为抽象出一些改编规则,对于不同的实例,可以通过对单个或多个规则的组合应用来实现改编.此方法适应于知识域相对狭窄,且比较规则的情形下;

② 基于 CBR 推理的改编机制:建立改编实例库,通过内部的 CBR 推理过程实现改编机制的自学习,实用于复杂的知识域;

③从规则推理过渡到 CBR 推理的改编机制:一般以规则为种子,实现最初实例的改编,然后逐步过渡到基于 CBR 推理的改编机制。

当前在这方面的一些研究成果说明,对实例的自动改编机制的研究,不但能提高改编的效率,同时对整个系统都能产生积极的作用,大大提高 CBR 其它模块的效率。

#### (5) 实例的保存方法

它包括实例经验的抽取、怎样检索和怎样把它融入整个实例库,它同实例的表述方法有着密切关系。关键之处在于怎样使实例库的冗余最小,实例之间的不一致最小,同时又能保证查询的速度和精度,这也是当前 CBR 研究的一个热点。目前的研究有下面两个方向:

①针对结构化存贮的实例库:又分为基于特征和基于实例两种思路;

②针对半结构化或非结构化存贮的实例库:首先要把非结构化的实例库规范化,然后利用不同的检测算法来发现冗余并消除他们。

### 3 CBR 的未来

CBR 的生命在于现实社会生活中的广泛应用前景,同时也在于其理论的迅速发展, CBR 目前的发展方向主要有以下几个方面:①CBR 与其它学习方法的综合应用,此方向的目的是把各种不同的学习方法综合进一个统一的架构,在这个架构中每种方法起到不同的作用;②CBR 与其它推理方法的综合应用,此方向是结合各种推理方法以达到更完全地应用现有的各种资源的目的;③CBR 与大规模并行处理的结合,此方向实用于实例库很大的情况,它能提高检索速度;④CBR 与新的认知方式的结合。

总之 CBR 正在使 AI 成为现实,它必将大大改善我们的生活。

### 4 结束语

CBR 毕竟还很年轻,还存在很多有待解决的问题和很多有待开拓的领域,它需要在实际应用中不断成熟。

#### 参考文献:

- [1] 方明,李无太,杨军全,等.基于实例的不确定检索模型的研究[J].控制与决策,1999,14(1):77~80.
- [2] 钟诗胜,王知行,何新贵.一个混合属性的实例检索模型[J].软件学报,1999,10(5):521~526.
- [3] A. Aamodt, E. Plaza. AICom - Artificial Intelligence Communications[J]. IOS Press, 1994,7(1): 39~59.
- [4] Ashley K. D. Ashley. Modeling Legal Argument: Reasoning with Cases and Hypotheticals[M]. Cambridge: MIT Press, 1990.
- [5] Davis R. Davis. Expert Systems: Where are We?. And Where Do We Go From Here? [J]. AI Magazine 3, 1982,(2):3~22.
- [6] K. Ashley. Modeling Legal Arguments: Reasoning with Cases and Hypotheticals[M]. MIT Press, Bradford Books, Cambridge. 1991.
- [7] Börner, K. Structural Similarity as Guidance in Case - based Design. In: First European Workshop on Case - based Reasoning, Posters and Presentations, University of Kaiserslautern, 1993,(1):14~19.
- [8] McLaren and Ashley B. M. McLaren and K. D. Ashley. Case Representation, Acquisition, and Retrieval in SIROCCO[C]. In: Proc. of the 3rd International Conference on Case - Based Reasoning, 1999, 248~262.
- [9] H. Shimazu and Y. Takashima. Detecting Discontinuities in Case - bases[C]. In: Proceedings of the Thirteenth National Conference on Artificial Intelligence, 1996,(1):690~695.
- [10] B. Smyth and M. Keane. Remembering to Forget: A competence - preserving Case Deletion Policy for Case - based Reasoning Systems[C]. In: International Joint Conference on Artificial Intelligence, 1995,(1):377~382.