

# 基于案例推理的决策问题求解研究<sup>①</sup>

赵卫东<sup>1</sup>, 李旗号<sup>2</sup>, 盛昭瀚<sup>1</sup>

(1. 东南大学经济管理学院, 南京 210018; 2. 合肥工业大学, 合肥 230009)

**摘要:** 案例推理是人工智能的一种新求解方法。本文针对目前案例推理的不足, 用新的观点审视了案例推理过程的一些重要步骤, 包括复杂决策环境下案例的表示、案例的检索、案例的调整以及案例推理与其他推理方法的复合等问题, 提出了不完全信息下的一种案例推理综合算法, 为案例推理的实用化提供了理论依据。此外, 在决策问题求解模型的基础上, 讨论了在复杂决策背景下的基于案例的决策问题求解策略, 给出了系统的框架, 并将之用于医疗诊断。

**关键词:** 决策; 案例推理; 不完全信息; 医疗诊断

中图分类号: C934

文献标识码: A

文章编号: 1007-9807(2000)04-0029-08

## 0 引言

案例推理是类比推理的一个独立的子类, 它最早由 Janet L. Kolodner 教授实现<sup>[1]</sup>。在知识难以表达或因果关系难以把握, 但已积累丰富经验的领域, 如医疗诊断、法律咨询、工程规划和设计和故障诊断等, 得到了广泛的应用<sup>[2-4]</sup>。

从思维科学的角度看, 人的思维主要有三种形式: 形象思维、逻辑思维和创造思维。其中人们使用最多的直觉、顿悟和灵感属于形象思维, 它是研究人类思维的突破口。案例推理是人类三种思维的一种综合表现形式, 所以研究案例推理有助于对人类思维机理的认识。案例推理也符合人的认知心理: 当遇到一个新事物时, 专家并不仅仅看到一个具体问题, 他会产生联想, 然后把事物归类, 从中找出以往处理过的类似问题经验和相关知识, 经过一定的修正去处理新事物。通常并不用繁杂的规则推理, 这也是专家解决问题速度快的一个原因。对于比较简单的问题, 案例的检索和匹配主要是形象思维的过程; 而对于复杂的问题, 往往难以通过简单匹配检索到一个相似的实例供参考。这时人们会潜在地将问题分解, 使每一个子问题能映射到一个相似案例或者从不同角度出

抽取不同角度的类似案例, 最后运用逻辑思维和创造性思维把匹配的子案例集成起来, 形成解决当前问题的新方法。在案例推理中, 案例即是知识的单元, 这为充分利用经验来建造智能系统提供了一条有效的途径。同时避免了规则的获取困难和不一致问题, 也避免了规则提取引起的歧义和信息丢失。

目前案例推理技术仅适用比较简单的场合, 对于信息不完全的复杂场合, 明显存在不足。本文在分析这些不足的前提下, 用新的观点审视了案例推理过程的一些问题。此外, 基于决策问题求解模型, 讨论了在复杂决策背景下的基于案例的决策问题求解策略, 给出了系统的框架, 并以复杂的医疗诊断为研究对象研究上述思想的应用。

## 1 决策问题求解模型

复杂的决策问题具有不良结构、信息不完全、模糊性和不确定性较强等特点, 其求解是不断收集信息、分解问题和求解问题的过程。

**基本概念:**

**源问题:** 存储在记忆中已解决的问题;

**目标问题:** 当前需要解决的问题;

<sup>①</sup> 收稿日期: 1999-06-23; 修订日期: 2000-07-10。  
作者简介: 赵卫东(1971-), 男, 博士生。

原子问题：利用经验可以直接求解的问题；

问题链：为降低问题的复杂度，需要对原始决策问题进行分解，得到若干子问题；继续分解这些子问题，直到得到原子问题为止。将得到的所有原子问题按求解的先后顺序排列，即得到决策问题的链；

模型链：求解问题链中的每一问题所用的模型集合。

决策问题的求解模型如下：

- (1) 收集信息，确定问题(约束和目标)；
- (2) 分解问题，得到问题链；
- (3) 分析问题对应的模型链；
- (4) 从模型库中调用模型求解问题链中的原子问题；
- (5) 集成所有子问题的解，最终得到问题的解。

由于问题的复杂性、信息的不完备性以及人类理性的不完备性，问题的分析不是一蹴而就的，而是一个动态求精的过程。从认识论角度而言，面对新问题，人类试图在记忆中搜索过去曾经求解过的类似问题。如果成功，则通过类比映射，得到目标问题的解；否则，要分析原因，找出决策者拥有的信息量与求解问题所需信息量的差异，利用一种目标驱动学习机制<sup>[6]</sup>，分解较大的源问题，产生一系列子问题集合。对每一子问题重复此过程，最终得到由简单问题组成的问题链。上述认知问题的模式，既需要人的学识和创造力，更依赖人的经验。原子问题是一个相对的概念。只要能从人的经验案例库找到类似问题并且通过调整生成满意解的问题都可以看作原子问题。

## 2 有关案例推理的探讨

专家在实践过程中积累了大量的知识和经验，这些知识和经验经过概括、分析、整理和综合形成一些样本模式，作为模块，即心象存储在大脑中。当某种具体的外部信息被感知后，在专家的大脑中就形成一种刺激，经加工后形成待检模式，再运用形象思维把这些模式与记忆中的心象进行比较，找出一个匹配的模式或相近的模式，从而解决问题。在专家的记忆心象中，存储的内容主要是各种模式的主要特征，而忽略了细节。这样做的好处

是记忆量小，搜索速度快。由于抓住了模式的本质，专家在决策中不仅反应快，而且容易切中要害。在基于案例的专家诊断系统中，对于诊断的对象，专家根据其症状，按照某些关键特征从案例库中检索出最相似匹配的案例，然后进行某种修正即可作出判决。这种方法很适用知识难于表达，而适于用案例且已积累丰富案例的领域。

案例推理是一种直觉思维方式，其基本依据是相似的问题有相似的解。根据上述分析，人类在求解问题时，首先采用的是形象思维，获得目标案例的部分信息，联想到过去曾遇到过的类似问题，启发产生新问题的解决办法。而且在复杂的决策环境中，这是一个问题逐步分解，认识不断求精的过程。即问题的分析和求解是相互交错、迭代进行的。

和规则推理相比，案例推理有许多优点：

- (1) 问题的唯一精确表示是其本身。案例能比一组规则提供更多的信息，这是因为人的主观性和有限理性，从大量实例归纳出来的规则只取出了实例的共同本质；
- (2) 避免了知识增加时知识库的完整性和一致性问题；
- (3) 案例推理是一种增量式学习方法。随着案例的增加，案例库的覆盖度(求解问题的范围)逐渐提高；同时由于案例比规则获取容易，不需要完整的领域模型，使案例推理逐步实用化；
- (4) 直接复用过去的求解经验(成功的和失败的)，不需要完整的领域模型，也不必象产生式推理那样从头开始，避免了匹配冲突和组合爆炸问题，求解效率高。

(5) 案例推理是类比推理的子类，它具有类比推理的基本特点。它能够充分发挥人的创造思维，对难以充分理解领域作出假设和预测，并指导人们避免重犯过去的错误。

(6) 从实现角度讲，案例推理能兼顾专家的偏好，而产生式系统的柔性不足。

下面讨论案例推理的几个重要问题。

### 2.1 案例表示

案例推理是对人类形象思维的模拟。目前知识(案例)在大脑中的记忆的研究仍不成熟。人工智能的知识表示方法，如产生式规则、语义网络、神经网络、框架和面向对象等，只是知识从不同认

识角度的映射。在类比学习中,这些表示方法存在局限性,因为知识的记忆要求知识是一个有结构和有组织的体系,而且还应易于检索、存取和记忆<sup>[7]</sup>。

案例表示与案例推理的效率密切相关,研究面向智能计算的记忆结构,有助于实现案例的合理表达。根据概念结构理论的原型说,概念主要是以原型—最典型案例表达。它由两个紧密结合的因素组成:①原型②范畴成员的代表性,其中原型处于核心地位,它是从诸多范畴成员抽象出来的。范畴成员的代表性由其与原型的相似性度量,概念之间通过某些相关成员形成直接或间接的关系,从而形成一个复杂的语义网络体系。这里提到的概念是广义的,包括与问题有关的定义、模式和主题等。在上述语义网络中,概念表现为一个语义记忆单元。

下面利用广义语义网络来说明概念及其关系。广义语义网络的结点是广义概念,用框架数据结构表示更合乎习惯:

```
concept _ snot;
  slot 1: definition //描述槽
  slot 2: contributes //属性槽
    feature 1: a1 //特征侧面、
    ...
    feature m: am
    ...
  slot n: cases //典型案例槽
```

- 描述槽: 概念的本质描述,通常采用一个词或短语表示,以及对概念的性质和约束的说明;
- 属性槽: 由概念的语义特征侧面组成;
- 典型案例槽: 包含概念的典型例子,这些例子有其具体的属性值、模式和求解方法等内容。

广义语义网络的结点既可能是简单结点,也可能是具有层次结构的复杂概念,它由若干子概念组成,子概念也可分解,直至源概念。子问题除了继承父概念的各槽内容外,还拥有自己的成分。

广义语义网络的弧表示(子)概念之间的关系,如同类关系、因果关系等。广义语义网络模拟了人脑的知识表达,其结构是十分复杂的。可以说,人的知识越丰富,广义语义网络的结点和连接弧越多样,联想能力和信息量越丰富。

在概念结点的核心,存储了典型案例,而不是

所有相似的案例。典型案例的形成实质上是案例库的精化过程,它代表了大量相似案例的共性和经验,便于在问题求解中应用。其次,在检索过程中可以一定程度减少被选集合中源案例的数量,也可以减少类比过程中其他部分的工作量。典型案例对于精化案例库,发现新的有用知识也具有特殊意义。

与问题分解相对应,可以把案例库按案例—子案例等级组织索引,以便检索。

## 2.2 案例的检索

案例的检索是为了得到尽可能少,而对问题的解决有参考意义的一组相似案例。

目前大多数的基于案例推理的检索模型采用了相似度准则(最相临近法),强调的是案例一对一的属性匹配,这种方法需要有良好的案例索引模型支持,同时还可能需要规则推理。在结构不良的复杂环境下,明显存在下列不足:

① 根据 Simon 的有限理性,任何决策都是在信息不完全的情况下做出的,对新案例的情况不熟悉,就难以全面把握其主要特征,简单地比较新旧案例的特征不可取<sup>[8]</sup>。

② 案例调整经常是开发基于案例推理的系统最困难的部分,尤其是案例库的案例数量有限时,案例的调整难度很大。案例的调整通常是在深层知识(调整规则)的指导下进行的,而调整规则的获取又是相当困难的,况且案例库一般规模较大,组织和管理不容易,调整规则的加入则使问题更突出。

③ 割裂了案例检索和案例调整的关系,案例推理是在两个紧密联系的空间<sup>[9,10]</sup>(解释空间和解空间)的综合推理。案例检索时,仅强调案例之间的相似性不足取。从重用的观点看,最相似的案例不一定是最合适的,因为案例推理的代价主要有两部分组成:检索费用和调整费用,最相似的案例的调整代价可能会很高或不现实。

④ 相似性的标准欠妥。以往案例的相似性取决于相似度的计算,而相似度的计算对于难以量化的定性属性和不确定性属性难于处理。此外,还有属性之间的偶合等问题没有解决。

⑤ 案例之间相似性的评价不一定看新旧案例的属性匹配如何,而是依赖于旧案例能否合理解释当前案例。

成功的案例检索和匹配依赖于存储的案例与当前问题是否相关,这可以通过相似性评价来完成.以往案例的相似性匹配方法有许多种,如决策树、粗糙集、神经网络、证据理论、聚类分析、相似度等<sup>[11,12,13]</sup>,但它们仅适用于确定性属性.但对于象医疗诊断中经常出现的不完全信息却不适用.所以需在传统检索方法的基础上加以扩充,以适应不确定属性匹配的需要.这是因为对新情况理解不充分,难以决定所有的特征属性.若只选择确定属性进行匹配,可能会遗漏掉重要的属性,以至检索的效果难以满足要求.针对这个问题,本文采用一种引导型的检索匹配方法:以现有的相关案例为指导,确定可能重要的特征属性,反馈到当前情况.案例是否相关取决于用已存在的案例是否有助于新情况的解释.

在案例的检索过程中还要强调,案例匹配不仅要使用表面特征的相似性,而且结构相似性和深层特征有时也具有同样不容忽视的作用.案例的表面特征可以直接获取,而深层信息则需要推理,有时获取的代价很高;案例的表面特征常导致盲目搜索,而深层信息不仅能减小搜索空间,获取表面相似遗漏的重要案例,也可增加匹配成功的可能性.事实上,案例检索的相似度准则应考虑表层特征和深层信息:

$$SIM = w_1 \cdot D_1 + w_2 \cdot D_2, \sum_i w_i = 1$$

$$D_1 = \frac{\sum_i w_{i1} \cdot \text{sim}(a_i^a, a_i^b)}{\sum_i w_{i1}}$$

上式中 SIM 表示总相似度,权值  $w_1$  和  $w_2$  分别表示表层特征和深层信息的重要程度,  $D_1$  和  $D_2$  分别表示表层特征和深层信息的相似度,  $w_{i1}$  表示属性  $a_i$  在相似性评价中的应用,可由专家或通过基于解释的机器学习<sup>[14]</sup>得到.  $a_i^a$  和  $a_i^b$  分别表示新案例和相似案例的第  $i$  个属性.

对于结构不良的决策问题,案例的属性之间有时存在相关性,但又难以确定,用相似度匹配的效果并不好.选择独立的本质属性就成为一个难题.

此外,有些问题的实时性要求较高,因此还要考虑检索质量和检索速度的关系.用规则检索案例,可以避免深层信息获取的代价,这个问题值得进一步的研究.

### 2.3 案例的调整

检索出的案例只是案例库中与现有情况类似,但与现有情况还有一定的差别,难以完全匹配.这种差别可以通过案例调整进行克服.以往案例调整是通过深层知识,即启发式规则的指导完成的.但调整规则的获取的难度不次于领域知识的获取,所以不容易实现.本文引入了一种调整案例库的概念.通过建立调整案例的案例库,来记录以前案例调整的经验以供将来调用.这种方法的特点是增加了案例库的维护代价,但实现的难度小.

检索到的案例是否被采用,最终还取决于调整的代价.也就是说,检索到的案例可能不只是一个,这时按照某一准则,如费用最低、实时性最好等选择代价最小或满意的一个或若干个案例加以组合.

一般而言,问题越复杂,重要的特征就越多,要求案例库的覆盖度就越高,案例的调整也越复杂.对于有经验的用户,可以由他们调整案例,并将结果作为新案例存入案例库,这对系统的人机交互要求较高.

### 2.4 案例推理和其他推理方法的集成

人工智能中推理方法很多,最实用的是规则推理和案例推理.规则推理曾在专家系统的设计中起到不可低估的作用,但上述其缺点却严重限制了专家系统的发展.从认识论的角度看,规则推理仅是对人类抽象思维的简单模拟.而专家在决策中用到了大量的形象思维.问题的解决,不是单纯地依靠规则能够解决的,还需要专家的经验.智能系统难以实用的原因在于过于强调知识的形式化,忽略了经验知识的“只可意会,难以言传”,其知识是不足的、浅层的.另一方面,专家的经验是长期实践的产物,是在求解大量的实际问题(案例)中形成的.因此,案例是专家经验的主要来源.研究案例推理,并和规则推理结合起来,会大大提高系统的性能.

案例推理和规则推理的结合,是一个比较实际的问题<sup>[15]</sup>.通常表现为:容易形式化的部分,由规则推理完成;而对病态结构的问题或者偶尔发生的异常问题,用案例求解往往比较简单.

除上述案例推理与规则推理的集成方式外,有时还会用到案例推理与基于模型推理、证据推

理的集成,限于篇幅,这里不在讨论。

### 3 基于案例推理的问题求解系统

#### 3.1 复杂决策问题的不完全信息下的综合检索算法

复杂问题的决策,一般是在信息不完全的情况下进行的。根据 Simon 的有限理性理论,由于人类的主观认识局限性和环境的复杂性,开始很难得到决策所需要的全部信息,这就需要不断地收集证据,用以前的案例作指导,通过向环境学习,逐渐消除信息的不完整和不确定并不断地反馈到决策中,最终得到问题的满意解。基于此观点,本文提出一种不完全信息下的综合检索算法,通过一种相关反馈机制,反复激活检索过程以精化结果。

不完全信息下的综合检索算法如下:

- (1)分析问题,收集尽可能多的信息;
- (2)抽取问题的主要特征,确定是否要分解问题。若需要分解问题,则转(9);否则转(3);
- (3)从案例库中检索相似案例。若用户对检索的结果满意(如视能否解释新案例),转(6),否则转(4);
- (4)从检索的案例和相关环境中学习,得到进一步的信息(反馈信息);
- (5)返回(3);
- (6)检索出的案例一般不止一个,可以有最邻近原则(NNP)选择若干个比较满意的案例。若检索不到合适的案例,转(8);
- (7)分析新旧案例背景的差异,估计案例的调整代价;
- (8)若因案例库的覆盖范围较窄而检索不到合适的案例,应由人工得到(子)问题的解;选择调整代价最小的案例并调整之,作为(子)问题的解;
- (9)若问题需要分解,对每一个子问题重复(2)~(8);
- (10)若所有子问题都有解,则转(11);否则转(12);
- (11)集成各子问题的解,并作为整个问题的解,转(10)直到最上层问题为止;
- (12)将问题的解存入案例库。

把上述算法应用在“ICU 实时监测与应急诊

断系统的综合开发研究”课题中,下面粗略讨论其基本思想。

在医学领域,专家的知识难以形式化,而适合用案例形式表达。医学专家在长期的实践中积累了大量的病例,他们之所以医术高明,是充分地利用存储在大脑中的病例的结果。分析医学专家的思维,可以发现以往的诊断病例对诊断起着很重要的作用。专家头脑中的病例越多,通常诊断越准确。现存的医学诊断专家系统,能在临床上起作用的极少。分析其原因,可以发现这些系统过于强调专家知识的形式化和规则化。事实上,专家在诊断时面对的是多样、复杂和难以确定的疾病,单靠规则推理是行不通的。他们很大程度上依赖从大脑中的病例库得到启发,产生直觉。从中可以看出,有经验的专家除拥有大量的病例外,还较好地掌握了一种检索机制。这种机制用计算机模拟,相当于案例检索。

在医疗诊断领域,因为诊断信息的随机性、模糊性和不确定性,所以通常采用边收集部分证据边进行处理的形式,属于不确定推理。不确定推理在医疗诊断中的应用广泛,形式多样。有些方法已在专家系统中成功使用,但缺乏理论基础,带有太多的主观色彩,如 MYCIN 置信度方法,PROSPECTOR 的主观 BAYES 方法,还有可能性理论、证据理论和缺省非单调推理,但是它们缺乏实践的检验,目前还很少单独采用,须和其他推理方法结合使用。

病例库是知识库的重要组成部分,用于案例推理。病例一般包括下述内容:病人病史、家族病史、性别、病例病人的各种临床体症和检体结果、诊断结果和治疗效果等。即病例 E 可以用五元组  $E = \langle e_1, e_2, e_3, e_4, e_5 \rangle$  来描述,其中  $e_1$  是一个有限集,表示病例的有关必要说明信息,如用于索引的病例名、病人病史、家族病史、性别等内容; $e_2$  是一非空有限集合,表示病人的各种临床体症和检体结果; $e_3$  是一个有限集,表示医生的诊断结果; $e_4$  是一个有限集,表示对疾病的治疗措施; $e_5$  表示治疗效果等内容。为减小整个案例库的规模,把整个案例库分为两部分:诊断案例库和治疗案例库。这两部分是相联系的,即诊断案例通过指针指向相关的治疗案例。

鉴于医疗诊断的上述特殊性和复杂性,传统

的案例推理明显存在不足。基于上述分析,在医疗诊断中,我们提出了如下的医疗诊断推理的过程:

① 医生通过问诊、临床观察和病史,获得病人初始症状集。当然,获得的信息是有限的,而且可能存在模糊和失真信息,有待进一步收集和清理。医生在假说提出以前,还难以确定所有要检查的项目:

② 由初始症状集,医生提出初始假说集。这一步由医生完成,是因为假说的提出需要在较短的时间内由医生运用形象思维完成。在现有技术条件下,诊断治疗支持系统中由计算机代替医生初诊,我们认为是难以实现的,容易给医生的思维误导。

在医疗领域,由于许多信息不完全或难以量化,还很少出现基于案例(病例)检索的系统来模拟专家的形象思维诊断疾病。由于案例检索技术的不成熟,病例检索只能用于一些简单的情况。通常,可以把大量的病例集成到仿真系统中,用于培养医生(尤其是新手)的临床思维能力。在复杂情况下,需要对病情多角度地分析或分解成子问题,最后加以组合或集成,如并发症的会诊相当于多角度地看问题。计算机能够对简单的情况检索,支持医生对复杂病情的组合和集成。

③ 对每一个候选的假说,进行论证或排除。基本的原则是一元论,即尽量以一种疾病来解释病人的症状。假说的论证需要运用各种逻辑方法,所以可以由计算机辅助完成,医生主要起监督作用。为使整个过程易于理解,论证子系统应有较好的解释功能。必要时医生可以介入论证或排除过程,以提高系统的效率。在这个过程中反复进行,可能需要一些病人的其他信息,由医生进行体格或实验室检查得到。

④ 经过一系列的论证和排除无关信息,逐步缩小可能的假设集。若假设集只有一种假设且可以解释病人的主要症状,这时转步骤⑤。

根据 Simon 的有限理性理论,由于主客观因素的限制,医生的决策是在信息不完整的条件下完成的,对疾病的可能假说难以全部列举出来。随着证据的逐渐积累,还有可能排除所有的假设,而提出新的假设,回到步骤③。若得不到能合理解释病情的答案,则可能遇到了疑难杂症,这时需要多学科医生会诊。确诊后由医生把诊断过程作为新病

例加入电子病例库。为减轻医生的负担,可以设计电子病例的管理子系统,完成电子病例库的自动生成和维护工作。

⑤ 确诊,给出处方。

基于案例推理的医疗诊断过程如图 1 所示。

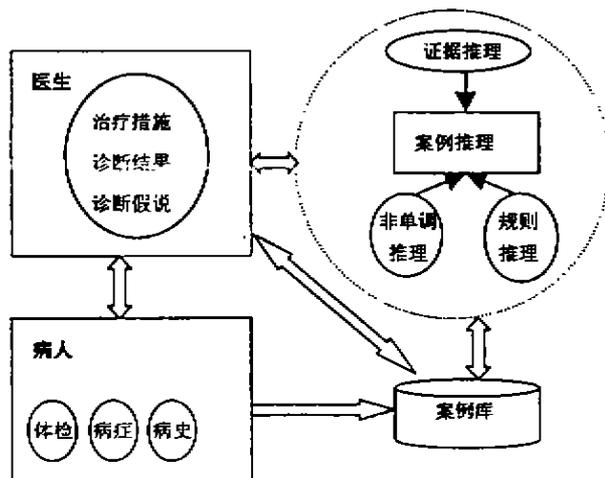


图 1 基于案例推理的医疗诊断

### 3.2 基于案例推理的问题求解系统框架

综合上述分析,基于案例推理的问题求解系统构图如图 2。它由许多模块组成,主要模块的功能如下:

- 智能人机系统,完成人机交互、问题形成、结果显示和系统总体控制;
- 问题归约系统,交互式完成问题分解,形成问题链和模型链,以及问题求解控制方式的选择。
- 调度器,根据问题归约系统形成的问题链和模型链(求解链)与求解控制方式,完成求解链中各子问题的调度;
- 综合推理系统,含有大量产生式规则,支持问题归约、案例检索、案例支持分析、模型检索和模型的生成等功能;
- 目标驱动学习模块,当检索不到合适的案例时,通过目标驱动学习,由专家生成(子)问题的解;
- 模型综合分析求解器,完成案例模型的调用并把模型的运行结果综合,送入智能人机系统显示,由用户判断是否满意;
- 智能模型生成系统,当检索不到案例所需要的模型时,协助用户完成模型生成,并把生成结果送入模型分析求解器;

• 案例库系统. 由案例库及案例库管理系统组成, 含有许多案例调整实例和调整规则, 指导案例调整.

• 案例支持分析器. 对检索的案例进行分析和集成.

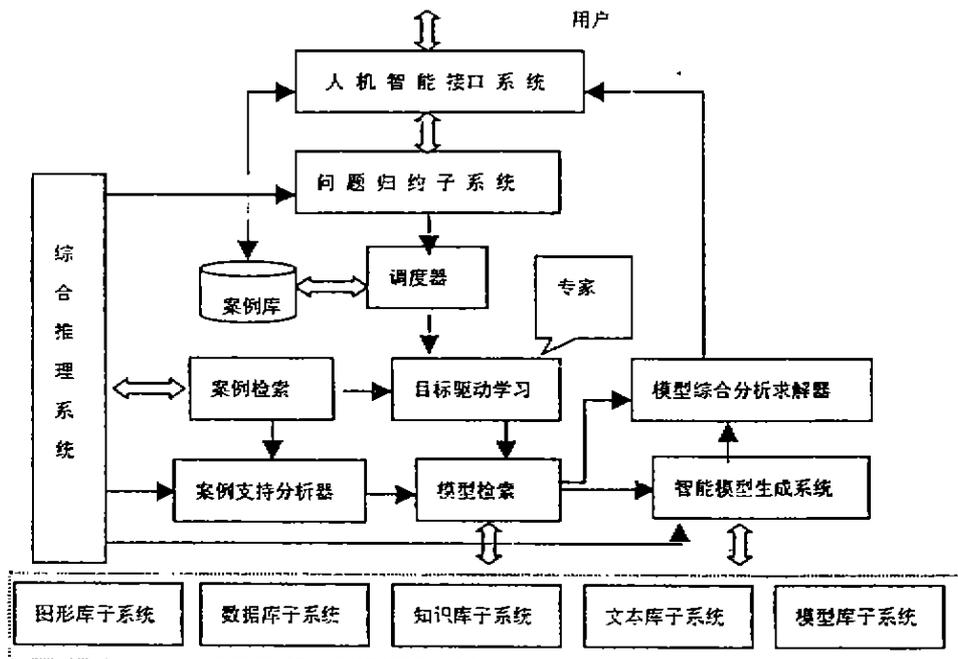


图2 基于案例推理的问题求解系统结构图

#### 4 结束语

案例推理是近年来人工智能领域研究的热点. 本文在决策问题求解模型的基础上, 所讨论的基于案例推理和提出的不完全信息下的综合案例推理算法, 是在结构不良的复杂背景下完成的. 其中案例的表示方法、案例的检索机制以及案例的调整方法已在我们开发的医疗诊断支持系统中初步实现. 案例推理也是近年来人工智能领域的新

事物, 目前出现的许多基于案例推理系统大多较简单, 适用范围较窄. 有许多方面还不成熟, 例如人们在信息不完全复杂环境下决策, 案例库不可能覆盖整个领域, 往往要使用多种推理方法. 研究表明, 采用多种推理方法的效果优于采用单一推理方法: 推理能力和效率提高, 使用领域拓宽. 如何协调各种推理方法, 以达到满意的组合, 尚待深入研究.

#### 参考文献:

- [1] Kolodner J L. Improving human decision making through cased-based reasoning techniques[J]. AI Magazine, 1991, 12(3):52-59
- [2] Evangelos Simoudis. Using case-based retrieval for customer technical support[M]. IEEE Expert, October 1992:7-12
- [3] Shi Zhongzhi, et al. Applying case-based reasoning to engine oil design[J]. Artificial Intelligence in Engineering, 1997, 11:167-172
- [4] Ashim Bose, Maria Gini. A case-based approach to planar linkage design[J]. Artificial Intelligence in Engineering, 1997, 11:107-119
- [5] Kevin D. Ashley, Edwina L. Rissland. A case-based approach to modeling legal expertise[J]. IEEE Expert, Fall

1998:70-77

- [6] David Leuke, Ashwin Ram. Goal-driven learning: fundamental issues (A Symposium Report)[J]. AI Magazine, Winter 1993:67-72
- [7] 史忠植. 高级人工智能[M]. 北京: 科学出版社, 1998
- [8] Daren Ketler. Case-based reasoning: An introduction[J]. Expert System with Application, 1993, 6(1): 3-8
- [9] David B. Leake, Andrew Kinley, David Wilson. Cased-based CBR: capturing and reuing reasoning about cased adaptation[J]. International Journal of Expert Systems, 1997, 10(2): 197-213
- [10] Gabriella Pasi, Ricardo Alberto Marques Pereira. A decision making approach to relevance feedback in information retrieval: a model based on soft consensus dynamics[J]. International Journal of Intelligent Systems, 1999, 14: 105-122
- [11] 方明. 基于实例的不确定检索模型的研究[J]. 控制与决策, 1999, 14(1): 93-96
- [12] 李大伟, 戴建设, 王书宁. 基于案例系统的一种案例标引和获取方法和算法[J]. 控制和决策, 1997, 12(1): 25-30
- [13] Kalyan Moy Gupta, Ali Reza Montazemi. A connectionist approach for similarity assessment in case-based reasoning systems[J]. Decision Support Systems, 1997, (17): 237-253
- [14] Dejong G, Mooney R. Explanation-based learning: An alternative view[J]. Machine Learning, 1986, 1(2): 145-176
- [15] Takeshi Kohno, Susumu Hamada, Dai Arkaki et al. Error repair and knowledge acquisition via case-based reasoning [J]. Artificial Intelligence, 1997, (91): 85-101

## Decision problem solution based on case-based reasoning

ZHAO Wei-dong<sup>1</sup>, LI Qi-hao<sup>2</sup>, SHENG Zhao-han<sup>1</sup>

1. School of Economics and Management, Southeast University, Nanjing 210018, China;

2. Hefei University of Technology, Hefei 230009, China

**Abstract:** Case-based reasoning is a new way in AI. In view of the disadvantages existing in the present cased-based, this paper elaborates them with new viewpoints, including case representation under complex circumstances, case retrieval, case adjustment and the integration between case-based reasoning and other reasoning engine such as rule-based reasoning and evidence-based reasoning. An algorithm of case-based complex reasoning under incomplete information is also put forward. The above study stimulates the application of case-based reasoning and provides it with theoretical support. Furthermore, based on the analysis of decision problem solution model, this paper discusses the solution strategy under complicated decision background using case-based reasoning and gives the framework of the system.

**Key words:** decision; case-based reasoning; incomplete information; medical diagnosis