

摘要

随着经济的快速发展，企业家们逐渐认识到自身力量非常有限，必须借助于优秀的企业管理专家的知识、经验的帮助，由此促进了财务咨询业的发展。与此同时，现代化的计算机工具在企业财务领域的广泛应用，为计算机系统的开发和应用提供了广阔的场所。专家系统是在人工智能的研究过程中产生的一门新兴学科，其作为一种计算机系统，继承了计算机快速、准确的特点，在某些方面比人类专家更可靠，更灵活。

本论文采用深入浅出的手法，通过对当前财务咨询和专家系统原理的研究，探索将财务数据嵌入专家系统中的技术，建立了实现财务咨询专家系统的主要框架，并对其中的获利能力评价进行了简单的验证。

关键词：专家，财务咨询，专家系统，人工智能，获利能力

ABSTRACT

Along with economic developing quickly, enterpriser realized gradually that it is so limited about themselves that they must recur to the knowledge and experience of excellent enterprise management expert. Therefore, it accelerates the development of the trade of finance consultation. Therewith, modern tool of computer applies to the field of enterprise finance, which provides wide room for developing and applying computer system. Expert system is a new subject that is produced in the study course of artificial intelligence. It inherited speediness and exactness of computer as a kind of computer system. On some aspect, it is more trustful and flexible than human expert.

This paper adopts the method of explaining profound things in a simple way. Through the study of currently theory of finance consultation and expert system, it seeks after the technology that set financial data in expert system, founds the main frame of implement finance consultation expert system and simply validates the evluation on profitability.

Yuan Hui (Technical Economics and Management)
Directed by Prof. Li LeMing

KEY WORDS: expert, finance consultation, expert system, artificial intelligence, profitability

摘要

随着经济的快速发展，企业家们逐渐认识到自身力量非常有限，必须借助于优秀的企业管理专家的知识、经验的帮助，由此促进了财务咨询业的发展。与此同时，现代化的计算机工具在企业财务领域的广泛应用，为计算机系统的开发和应用提供了广阔的场所。专家系统是在人工智能的研究过程中产生的一门新兴学科，其作为一种计算机系统，继承了计算机快速、准确的特点，在某些方面比人类专家更可靠，更灵活。

本论文采用深入浅出的手法，通过对当前财务咨询和专家系统原理的研究，探索将财务数据嵌入专家系统中的技术，建立了实现财务咨询专家系统的主要框架，并对其中的获利能力评价进行了简单的验证。

关键词：专家，财务咨询，专家系统，人工智能，获利能力

ABSTRACT

Along with economic developing quickly, enterpriser realized gradually that it is so limited about themselves that they must recur to the knowledge and experience of excellent enterprise management expert. Therefore, it accelerates the development of the trade of finance consultation. Therewith, modern tool of computer applies to the field of enterprise finance, which provides wide room for developing and applying computer system. Expert system is a new subject that is produced in the study course of artificial intelligence. It inherited speediness and exactness of computer as a kind of computer system. On some aspect, it is more trustful and flexible than human expert.

This paper adopts the method of explaining profound things in a simple way. Through the study of currently theory of finance consultation and expert system, it seeks after the technology that set financial data in expert system, founds the main frame of implement finance consultation expert system and simply validates the evluation on profitability.

Yuan Hui (Technical Economics and Management)
Directed by Prof. Li LeMing

KEY WORDS: expert, finance consultation, expert system, artificial intelligence, profitability

声 明

本人郑重声明：此处所提交的硕士学位论文《基于财务数据的专家系统的研究与开发——财务咨询方向》，是本人在华北电力大学攻读硕士学位期间，在导师指导下进行的研究工作和取得的研究成果。据本人所知，除了文中特别加以标注和致谢之处外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得华北电力大学或其他教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

学位论文作者签名: 范辉 日 期: 06年3月5日

关于学位论文使用授权的说明

本人完全了解华北电力大学有关保留、使用学位论文的规定，即：①学校有权保管，并向有关部门送交学位论文的原件与复印件；②学校可以采用影印、缩印或其它复制手段复制并保存学位论文；③学校可允许学位论文被查阅或借阅；④学校可以学术交流为目的，复制赠送和交换学位论文；⑤同意学校可以用不同方式在不同媒体上发表、传播学位论文的全部或部分内容。

(涉密的学位论文在解密后遵守此规定)

作者签名: 范辉 导师签名: 李晓红
日 期: 06年3月5日 日 期: 06.3.7

第一章 引言

随着科学技术的进步，经济的快速发展，企业面临的外部环境日益复杂，市场竞争也日趋激烈。为了在激烈的市场竞争中求得生存与发展，企业家们逐渐认识到自身力量非常有限，必须借助于优秀的企业管理专家的知识、经验、技术乃至诀窍的帮助，才能更好的使企业捕捉机遇、躲避风险，由此推动了企业咨询服务业的兴起与发展。

与此同时，现代化的计算机工具在企业财务领域的广泛应用，对企业财务咨询业的发展产生了巨大的促进作用。一方面，企业财务领域各项职能中，计算机的广泛应用可以为财务咨询活动准备详尽的数据信息资料，从而对进一步的分析问题、解决问题提供可靠依据；另一方面，企业财务咨询活动的广泛开展又为计算机系统的开发和应用提出了迫切要求，加快了计算机系统开发和应用的进程。两者相互促进、相互发展。

1.1 基于财务数据的专家系统的研究背景

随着信息技术的不断发展，财务软件市场划分程度越来越细，用户需求也在不断地提高。现已开发的各种计算机财务管理系統在很大程度上还只是局限在对数据的加工处理阶段，很少具有智能化的分析解释功能。大多数知识数据库回答的是什么而不是回答应该是什么，距财务管理活动的客观要求还相差甚远。人工智能的一个重要分支——专家系统的研究促进了人工智能理论和技术的发展，开辟了计算机求解非数值问题的有效途径，现已成为最热门的竞争性研究课题之一。专家系统的出现为计算机的智能化开辟了道路，目前，在一些领域已经产生了不小的影响。如果将其成功应用到企业财务咨询业领域，其发展的空间是巨大的，其所带来的效益也是不可估量的。

1.2 专家系统研究的国内外发展现状分析

专家系统是在人工智能的研究过程中产生的一门新兴的学科。

自从 1956 年，人工智能(Artificial Intelligence 简称 AI)诞生之后，AI 的研究者们做了大量的工作。AI 的发展从解决问题方面来讲可以分为三个阶段：一般问题求解，知识表示和搜索。在 AI 产生的初期，研究者出于一种朴素的考虑，认为 AI 作为一门科学也应该象数学、物理等学科那样能够有自身的定理、定律。这些规律就构成了人类所有智能行为的特点。发现这些规律就可以方便地利用机器模拟人类智能行为，从而解决各种领域问题。所以，AI 工作者最初是致力于研究一种

通用问题求解程序 GPS (GeneralProblemSolver)，试图寻找一般的方法来模仿复杂的思维过程。然而，尽管取得了一些进展，但没有实质性突破。成果也主要表现在一些具体问题的解决上，如 1956 年 A. Newell、J. Shaw 和 H. A. Simon 编制的 LT (LogicTheorist) 系统实现定理证明，A. L. Samuel 研制的西洋跳棋程序 (Checkers) 等。因此，到 60 年代初，AI 的研究便转向较具体的问题上，集中力量开发通用的方法或技术，主要是研究一般的方法来改进知识的表面和搜索，并使它们来建立专用程序。到 60 年代中期，AI 工作者已开始认识到：问题求解能力不仅取决于它使用的形式化体系和推理模式，而且取决于它所拥有的知识。

1965 年美国 Stanford 大学计算机系的 Feigenbaum 教授提出要使程序能够达到很高的效能，以便付诸实际使用，就必须把模仿人类思维规律的解题策略与大量的专门知识相结合。随后他和他的助手在该大学相继建立了世界上最早的三个专家系统：DENDRAL、MYCIN、PROSPECTOR，从而揭开了专家系统的历史。

经过三十多年的研究，专家系统已经成为人工智能领域中一个较为成熟、最具有实用价值的分支。专家系统以其性能优越和实用性引起了世界各国的普遍重视，日、英、美等发达国家纷纷将其列入国家研究重点。据统计，目前世界上已有 3000 多个专家系统投入运行，还有 10000 多个专家系统正在调试和开发中。专家系统的应用已拓展到社会生活的各个领域，且已产生了巨大的经济效益。例如，探矿专家系统 PROSPECTOR 曾发现美国华盛顿州一处钼矿，开采价值超过一亿美元；计算机配置专家系统 XCON 每年可为数字设备公司 (DEC) 节省一千五百万美元的开支。

我国对于专家系统的研究工作起步较晚，大约始于 20 世纪 70 年代末期。但相对来说，其发展速度比较快。我国专家系统开发工作首先在医疗领域展开，80 年代初，我国专家系统开发相继渗透到交通运输、地质勘探、气象预报等领域。此外，还有一些专家系统正在准备通过鉴定或投入运行。这一时期，我国专家系统的研制与开发工作主要还集中在高等院校、科学院或部委一些研究所。到了 20 世纪 80 年代中期，我国专家系统的应用领域迅速扩大，在经济、管理、教育、军事、数学、物理、化学等领域先后有一批专家系统问世。

经过了这二十年的艰苦努力，我国在专家系统的理论研究和应用开发方面取得了很大进展，并且已经取得了明显的经济效益和社会影响。我国政府部门和教育部门对专家系统的研究工作也非常重视。实用专家系统、专家系统开发工具和知识工程被列为“七五”、“八五”、“九五”计划攻关课题。

1.3 专家系统研究的必要性及其意义

专家系统是人工智能应用领域的一个重要分支，人工智能的理论和方法（如知识表示、搜索策略等）主要是以专家系统的形式得到实际应用。由于人工智能还是

一门非常年轻的科学，其理论体系尚不成熟，专家系统的研究和发展也不断丰富和发展了人工智能的理论。

专家系统作为一种计算机系统，继承了计算机快速、准确的特点，在某些方面比人类专家更可靠，更灵活，可以不受时间、地域及人为因素的影响。

专家系统便于保存和大面积推广各种专家的宝贵知识，更有效地发挥各种专门人才的作用，克服人类专家供不应求的矛盾。可以综合许多人的知识和经验，从而博采众长，提供高质量的服务，也能综合利用各类专家的知识。

总之，专家系统无论对知识领域内的专家还是计算机科学家都是一个挑战。因为一方面，计算机专家系统将要改变人们对专家的认识和要求；另一方面，计算机技术的发展，开始从精确定义，信息完整的知识领域扩展到了不精确，不完整、经验性的知识领域，这就为系统设计增加了一定的难度。机械的问世，无非是起着延伸人类体力的作用，而计算机要延伸的却是人类的智力。专家系统的出现，就部分负担了这样的使命。

利用现有的企业财务分析技术和专家系统技术探索建立企业财务咨询专家系统，既是财务咨询的发展方向，也是现代计算机科学发展的必然趋势。如果这种研究探讨能够得以实现，它对财务咨询业的发展、计算机的应用乃至企业整体素质的提高无疑都将产生不可估量的影响。

1.4 需要解决的问题及其基本思路和方法

基于财务数据的专家系统的研究与开发工作首先对财务咨询、专家系统理论的研究，然后把专家定义的财务数据转化成计算机可以识别的知识语言存储起来，即形成知识库。当用户输入需要解决的问题时，专家系统自动搜索知识库，并可能会向用户提问一些问题，直到对问题解决完毕，同时给出问题分析的结论和相应的解释。这样，达到为用户提供方便、快捷的专家级咨询服务的目的。那么建立财务咨询专家系统的瓶颈问题在哪里呢？本人认为有以下三点需要认真考虑：

一是知识库的建立。知识库用来存放专家提供的知识。专家系统的问题求解过程是通过知识库中的知识来模拟专家的思维方式的，因此，知识库是专家系统质量是否优越的关键所在，即知识库中知识的质量和数量决定着专家系统的质量水平。一般来说，专家系统中的知识库与专家系统程序是相互独立的，用户可以通过改变、完善知识库中的知识内容来提高专家系统的性能。

二是推理机的设计。推理机针对当前问题的条件或已知信息，反复匹配知识库中的规则，获得新的结论，以得到问题求解结果。在这里，推理方式可以有正向和反向推理两种。正向推理是从前件匹配到结论，反向推理则先假设一个结论成立，看它的条件有没有得到满足。由此可见，推理机就如同专家解决问题的思维方式，

知识库就是通过推理机来实现其价值的。关于推理机将在 4.4 章节中详细讨论。

三是搜索策略。无论在哪种推理方法中都会遇到搜索问题。搜索策略的适当与否决定着系统的推理速度，它也是设计推理机时需要考虑的重要问题之一。

目前，我国在财务咨询专家系统方面的研究尚处于探索阶段，有许多问题需要深层次的钻研。本论文采用深入浅出的手法，首先对财务咨询方面做一简要概述，然后从对专家系统基本介绍及其原理的研究着手，将财务咨询方面的知识进行规范化、程序化，力求做出一个具有应用价值的财务咨询专家系统模型。

1.5 本论文的体系机构

本文由以下几部分组成：

第一部分(第一章)主要通过对基于财务数据的专家系统的研究背景的分析，提出了研究的必要性和意义。然后回顾了当前国外、国内的专家系统发展的现状，揭示了本论文所要解决的问题及其研究重点。

第二部分(第二章)主要针对财务咨询行业特点，说明了财务咨询理论研究的地位和业务定位，并界定了财务咨询的内容范围，对其进行分析。

第三部分(第三章)主要叙述了专家系统的基本知识及其构成等内容。

第四部分(第四章)主要研究了专家系统的原理。从对其基本思想的探讨，到知识的表示理论，再到不确定性的表示和推理机制的研究，对专家系统的工作原理进行详细剖析。

第五部分(第五章)建立了一个简单的专家系统模型：财务咨询专家系统，主要是通过询问用户一些问题，来评价企业的五种能力，包括获利能力、偿债能力、营运能力、抗风险能力、发展能力。由于工作时间和客观因素，本论文实际实现的只是对获利能力的评价分析。

第六部分(第六章)对本论文的研究及开发工作进行总结，指出了做出的成果和论文尚未完成的工作，同时揭示了基于财务数据的专家系统的研究发展方向，以便达到抛砖引玉之目的。

第二章 财务咨询概述

资本市场的发展离不开财务咨询业的推动，无论是金融机构创新产品的开发、推广，还是投资者对财务信息的解读，都需要财务咨询的协助。特别是建立现代企业制度、完善内部控制制度等，都需要专业财务咨询提供全过程支持。但是目前财务理论界对财务咨询理论的研究还很薄弱。

2.1 财务咨询的涵义

财务咨询从理论上说是管理咨询的一种，剖析财务咨询的内涵首先要深刻理解管理咨询的涵义。咨询，传统意义上讲是指征求别人意见、求助于人或给人出主意、提建议、定计谋之意。管理咨询既可以被看作一种专业服务，又可以被视为提供实际咨询和帮助的一种方法。对管理咨询较为权威的定义是：“帮助管理者和组织，通过解决管理和经营的问题，鉴别和抓住新机会，强化学习和实施变革以实现组织目的和目标的一种独立的专业性咨询服务。”

目前，财务理论界较为明确地提出的财务咨询的概念是：“财务咨询是指具有财务与会计及相关专业知识的自然人或法人，接受委托向委托人提供业务解答、筹划及指导等服务的行为。”本人认为，财务咨询的涵义应当是十分宽泛的，无论是接受委托提供专业服务的财务咨询，还是从属于全面管理提供咨询服务的附属性财务咨询，都应是不可或缺的。即一切有关财务的咨询服务活动都是广义上的财务咨询。因此，本文欲建立的专家系统，就是让计算机智能化地为用户提供专家级的咨询服务的一套系统。

2.2 财务咨询的理论地位和功能

理论上，财务是本金的投入与收益活动，在“大财务”的框架下，财务理论体系可分为国家财务、企业财务和家庭财务，这主要是基于财务主体及其特性的不同划分的。从另一角度，可将各财务主体（国家、企业和家庭）的理财活动按其业务性质分为自主理财和委托理财。其中，自主理财又可分为自主决策理财和咨询决策理财。同时，自主理财也非真正靠自己的能力单独决策理财，财务咨询常常潜移默化地影响并培养着理财主体自主决策的能力。因此，财务咨询在财务理论界中占有很重要的地位。特别是随着管理咨询业的独立发展并逐渐成为一个新兴行业，以及大量专业财务咨询公司的不断涌现，更加凸显了财务咨询在实践方面的重要地位。

财务咨询无论是对宏观经济运行，还是对企业、个人理财活动都具有重要意义。在宏观方面，财务咨询可以引导理性投资，优化社会经济资源配置。在市场经济运行过程中，在“看不见的手”的支配下，财务主体尽其所能追求财务利益最大化。

在微观方面，财务咨询可弥补企业、个人等财务主体自身知识结构、运营能力等方面不足，有助于解决经营和管理中遇到的问题。财务咨询专业人员可以为客户鉴别、诊断和解决财务各相关领域的问题，还可以通过客观、专业的分析，帮助客户识别并抓住各种新机会。更为重要的是，财务咨询给客户提供了一个认识、学习财务知识技能的机会，对于提高客户能力、促进其发展具有重大意义。

在微观方面，财务咨询可弥补企业、个人等财务主体自身知识结构、运营能力等方面不足，有助于解决经营和管理中遇到的问题。财务咨询专业人员可以为客户鉴别、诊断和解决财务各相关领域的问题，还可以通过客观、专业的分析，帮助客户识别并抓住各种新机会。更为重要的是财务咨询给客户提供了一个认识、学习财务知识技能的机会，对于提高客户能力、促进其发展具有重大意义。

2.3 财务咨询的业务定位与基本分类

财务咨询的业务范围非常广泛，咨询业务既包括实物性资产咨询、证券性资产咨询，又包括财务主体筹资、投资及日常管理等业务咨询。具体地，在国外，财务咨询业务通常包括财务估价、经营资金与流动资金管理、兼并与收购、投资项目分析、会计制度设计、预算控制、外汇管理等；在国内，财务咨询业务通常包括涉及企业内部控制制度、设计会计电算化实施战略、财务分析、代拟经济文书、培训财务会计人员、代理记账、税务代理服务、个人理财帮助、资产评估、投资咨询服务等。

客户所需咨询业务性质不同，决定了各种财务咨询的服务目标、服务方式等方面必定存在差异，由此也就产生了不同的财务咨询类别。就目前开展财务咨询业务的现状而言，财务咨询按业务性质、服务目标大体可以分为以下三类：

1行业投资评价型。该类财务咨询类似于会计师事务所等提供的社会鉴证业务，咨询服务的目的是提供客观的、不带有利益色彩的建设性观点。专业咨询人员以调查、搜集的数据为基础，进行深入分析，并根据现有分析对未来做出预测。

2财务整体服务型。该类财务咨询侧重于为客户提供专业、全面的服务，专业咨询人员主要提供一整套有关企业、个人财务运作与管理的规划、策划等服务，十分注重市场细分化差别，在提供整体服务的条件下强调业务领域专长，根据企业、个人需要，可以量身定做方案并提供贴身服务。

3附属增值服务型。该类财务咨询的目的是扩大主营业务，专业咨询人员运用一系列理财工具，为客户提供专业、全面的财务分析和理财建议，并兼顾产品销售。

2.4 财务咨询的内容

财务咨询作为会计服务市场的一项重要业务，被人们越来越重视。其主要内容

大致包括：

一 财务评价

财务评价是本文程序中所要实现的一部分内容。通过对企业的获利能力、偿债能力、营运能力、抗风险能力、发展能力的分析，来对企业营运状况进行评价。

二 设计企业内部控制制度

企业内部控制制度是为了保证业务活动的有效进行，保护资产的安全完整，防止、发现、纠正错误与舞弊，保证会计资料的真实、合法、完整而制定和实施的各项规章制度、组织措施、管理方法、业务处理手续等；是企业文化的重要组成部分（制度文化）；是企业管理之骨架。设计内部控制制度包括：资金流动的授权控制制度、物流的转移控制制度、会计核算体系、会计、会计事务处理程序、企业责任会计制度、生产质量控制制度、人事工资制度等方面的设计。

三 经济分析

经济分析是进行企业财务诊断的技术手段，是运用财务数据对企业过去的财务状况和经营成果及未来前景的一种评价。如比率分析、财务状况评价分析等。

四 代拟经济文书

经济文书的设立，是企业经营活动中心必不可少的管理环节，如设计合同文本、设计企业章程、设计管理凭政绩报表、草拟招股说明书、财务情况说明书等方面。

五 培训财务会计人员

由于财会业务的特殊性，会计人员的后续教育对提高业务水平及整体素质显得极为重要，会计的培训除了政府主管部门组织外，更多的将由社会中介来承担，如业务技能培训、职业道德培训等方面。

六 代理记账

代理记账，是指从事代理记账业务的机构代为企业登记账目。处理会计事项、填报会计报表等。

七 税务代理服务

税务代理是税务代理人在规定的税务代理范围内，受纳税人，扣缴义务人的委托，代为办理税务事宜的各种行为的总称。

八 资产评估

资产评估是指由专业人员运用科学的方法，遵循公允的原则和标准，按法定的程序，对被评估资产的价格进行评定估算的过程。我国目前所进行的资产评估主要是国有资产或进口设备等的评估。

九 投资咨询

投资咨询就是针对企业的投资方向、投资目的和投资方案进行财务、经济评价，为企业决策提供依据，主要包括项目可行性研究和经济评价。项目可行性研究和经济评价，具体指在现代社会、经济、文化及自然、地理、资源环境中，做出投资决

策之前，对投资项目技术上的先进性、经济上的合理性进行预测、调查、综合分析和论证评价。

通过以上的描述，我们可以知道，财务咨询的内容十分广泛，而且将随着市场经济的发展会不断地得到丰富和完善，成为会计服务市场繁荣的不可缺少的推动力量。

2.5 财务咨询的基本思路和方法

财务管理咨询依据财务及财务管理活动的内在逻辑展开，其基本思路是从综合反映企业财务状况的经济指标的分析入手，寻找薄弱环节，深入分析影响这些指标的资金业务因素和管理因素，并从中找出主要的影响因素。然后，根据企业战略对财务管理的要求和企业所具备的可能条件，提出改革方案，并帮助企业实施改革方案。可见，财务咨询的主要步骤可以归纳为：根据咨询要求查报表；对照设定标准找问题；依据内在联系找原因；按照战略目标提改进方案。在这些步骤中，对企业现有的各种财务报表、统计报表进行核算和数据比较是主要的方法。

第三章 关于专家系统

谈到专家系统（Expert System，简称 ES），也许人们会问到什么样的人才算是我们这里所谈到的“专家”。顾名思义，专家是在某一专业领域内其专业知识及解决问题的能力达到一定程度的学者。从事多年人类专家行为研究的科学家 Pauiy E、Johnson 曾这样详细地描述了专家的特征：“专家是这样的一类人，因为他们经过了训练和积累了经验，从而能够做一些其他人不能做的事。专家不仅技艺娴熟，而且工作稳妥高效，他们拥有大量的知识，具有将他们所知道的知识运用到具体问题和任务中的能力，并掌握了避开失误的方法。他们擅长于从许多不相关的信息中发现本质问题，同样他们也擅长把所遇到的问题归结为已熟悉的问题类型”。

何谓专家系统？一般认为：专家系统是一种计算机程序，它在某些特定领域内，能以人类专家的角色去解决该领域中的问题，在某些方面甚至可能超过人类专家。专家系统是人工智能的一个重要分支，也是目前人工智能研究最为活跃和发展最为成熟的一个应用领域。自从 1965 年第一个专家系统 DENDRAL 在美国斯坦福大学问世以来，进展十分迅速，已经从理论研究阶段步入实用化阶段。到上个世纪 80 年代中期，各种专家系统已遍布各个专业领域取得了很大成功。当它第一次出现时，人们还怀有好奇的心情，今天专家系统已成为主流计算的一部分。专家系统的设计目标是捕获某个具体领域中人类专家的知识和专长，它将专长知识转化为计算机可识别的语句存储在计算机中。专家系统可以解答反复提出的问题，这样人类专家就可以不必反复回答这些问题，或者专家系统将专长知识存储起来，人们可以从其中进行检索，从而获取到所需要的东西。

不过，与人类专家相比，目前的专家系统显得“浅薄”和“脆弱”，它缺少人类专家知识面的广度和对基本原理的理解。很显然，它不能象人那样思考，抓住重点进行分析，不能有效地依靠最初的原理推理，不能类推及常识推理，也不能学习过去的经验。今天的专家系统只能大体上模仿专家的思考方法，完成那种典型的要由具有专门知识的人在几分钟或几小时内完成的量大而性质相对重要的任务，如翻译、诊断、订计划、排时间表等等。为了完成这些任务，专家系统通常要考察大量的可能性，有选择的利用数据进行推理，动态的建立解决问题的方法。

3.1 专家系统的发展历程

专家系统的发展已经历了 3 个阶段，正向第四代过渡和发展。

第一代专家系统（DENDRAL、MACSYMA 等）以高度专业化、求解专门问题的能力强为特点。但在体系结构的完整性、可移植性等方面存在缺陷，求解问题的能力弱。

第二代专家系统（MYCIN、CASNET、PROSPECTOR、HEARSAY 等）属单学科专业型、

应用型系统，其体系结构较完整，移植性方面也有所改善，而且在系统的人机接口、解释机制、知识获取技术、不确定推理技术、增强专家系统的知识表示和推理方法的启发性、通用性等方面都有所改进。

第三代专家系统属多学科综合型系统，采用多种人工智能语言，综合采用各种知识表示方法和多种推理机制及控制策略，并开始运用各种知识工程语言、骨架系统及专家系统开发工具和环境来研制大型综合专家系统。

在总结前三代专家系统的设计方法和实现技术的基础上，已开始采用大型多专家协作系统、多种知识表示、综合知识库、自组织解题机制、多学科协同解题与并行推理、专家系统工具与环境、人工神经网络知识获取及学习机制等最新人工智能技术来实现具有多知识库、多主体的第四代专家系统。

3.2 专家系统的三个特点

(1) 启发性

专家系统能运用专家的知识与经验进行推理、判断和决策。世界上的大部分工作和知识都是非数学性的，只有一小部分人类活动是以数学公式为核心的(约占8%)。即使是化学和物理学科，大部分也是靠推理进行思考的，对于生物学、大部分医学和全部法律，情况也是这样。企业管理的思考几乎全靠符号推理，而不是数值计算。因此，专家系统主要是利用领域专家的知识与经验进行推理，在推理过程中，它利用专家的思维模式，用一些启发性的知识引导整个过程的进行。

(2) 透明性

如同一个专家在解决实践中的问题一样，用户可以通过询问而知道专家为什么要问一些问题，专家解决这些问题的思维过程是怎么样的。专家系统能够解释本身的推理过程和回答用户提出的问题，以便让用户能够了解推理过程，提高对专家系统的信赖感。

(3) 灵活性

随着专家系统理论和实践的发展，它的灵活性与日俱增。知识库和推理机的分离，使得专家系统知识库中的知识可以不断地增长，不断更新，这样就极大的增强了它在实践中的应用范围，延长了专家系统的使用寿命。

3.3 专家系统的类型

一 诊断专家系统

诊断专家系统的任务是根据观察到的情况(数据)来推断出某个对象机能失常(即故障)的原因。诊断专家系统具有下列特点：

- a 能够了解被诊断对象或客体各组成部分的特性以及它们之间的联系。

- b 能够区分一种现象及其所掩盖的另一种现象。
- c 能够向用户提出测量的数据，并从不确切信息中得出尽可能正确的诊断。

在本论文后边第五章所做的实例财务咨询专家系统即为此种类型。

二 解释专家系统

解释专家系统的任务是通过对已知信息和数据的分析与解释，确定它们的涵义。

解释专家系统具有下列特点：

- a 系统处理的数据量很大，而且往往是不准确的、有错误的或不完全的。
- b 系统能够从不完全的信息中得出解释，并能对数据做出某些假设。
- c 系统的推理过程可能很复杂和很长，因而要求系统具有对自身的推理过程作出解释的能力。

作为解释专家系统的例子有语音理解、图象分析、系统监视、结构分析和信号解释等。

三 预测专家系统

预测专家系统的任务是通过对过去和现在已知状况的分析，推断未来可能发生的情况。预测专家系统具有下列特点：

- a 系统处理的数据随时间变化，而且可能是不准确和不完全的。
- b 系统需要有适应时间变化的动态模型，能够从不完全和不准确的信息中得出预报，并达到快速响应的要求。

预测专家系统的例子有气象预报、经济预测和谷物产量预测等。例如，恶劣气候(包括暴雨、飓风、冰雹等)预报等专家系统。

四 设计专家系统

设计专家系统的任务是根据设计要求，求出满足设计问题约束的目标配置。设计专家系统具有如下特点：

- (a) 善于从多方面的约束中得到符合要求的设计结果。
- (b) 系统需要检索较大的可能解空间。
- (c) 善于分析各种子问题，并处理好子问题间的相互作用。
- (d) 能够试验性地构造出可能设计，并易于对所得设计方案进行修改。
- (e) 能够使用已被证明是正确的设计来解释当前的(新的)设计。

设计专家系统涉及电路(如数字电路和集成电路)设计、土木建筑工程设计、计算机结构设计、机械产品设计和生产工艺设计等。比较有影响的专家设计系统有 VAX 计算机结构设计专家系统 R1(XCOM)、大规模集成电路设计专家系统以及齿轮加工工艺设计专家系统等。

3.4 专家系统的功能

不同领域的专家系统，其功能、结构都不尽相同。有些可以作为用户的“顾问”来解答其提出的某个专门领域的问题，有些可以作为专家的“学生”，而不断地获得新知识以增添或改善所拥有的知识；有的则可以作为“专家”或“教授”，向用户传授某个专门领域的知识，以教育学生或训练新手。一个完善专家系统，应该具备以下几个功能：

- ◆ 存储问题所需要的专家知识；
- ◆ 存储具体领域内的初始数据和推理过程中所涉及到的各种信息，如中间结果、目标、条件、假设等等。
- ◆ 根据当前输入的数据，利用已有的知识，按照一定的推理策略，去解决当前问题，并能控制、协调整个系统；
- ◆ 能对推理过程、结论或系统姿势做出必要的解释，如系统的阶梯步骤，处理策略，选择处理方法的理由，系统处理某种问题的能力，系统如何组织和管理其自身知识等。这样既便于用户的理解和接受，同时也便于系统地维护；
- ◆ 提供知识获取、机器学习、修改、扩充和完善等其它维护手段，只有这样才能更有效地提高系统的问题求解能力及准确性；
- ◆ 提供一种人机接口，既便于用户使用，同时又能分析、理解用户的各种请求。其中，存放知识和使用知识是专家系统的两个基本功能。

3.5 专家系统的体系结构

专家系统的基本体系结构如下图所示：

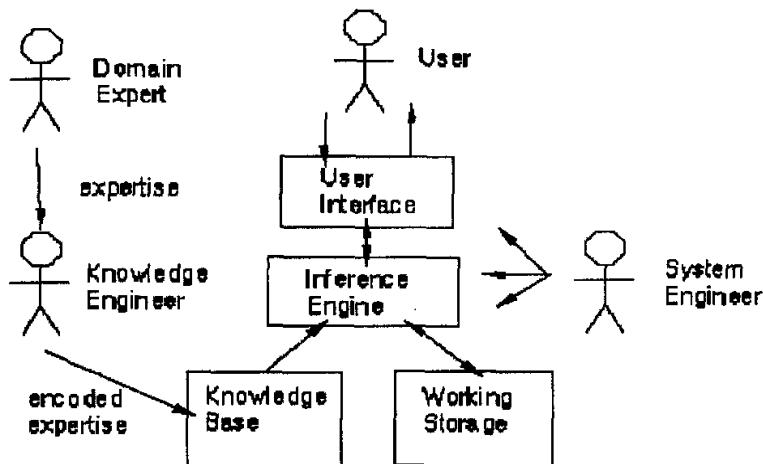


图 3-1 专家系统的体系结构

Domain Expert 就是某个领域的专家，他提供原始的知识。

Knowledge Engineer 是这样的工程师，他能够把专家的知识翻译成电脑所能识别的知识。某领域的专家把他所知道的知识告诉 knowledge engineer 以后，由 knowledge engineer 对这些知识进行处理，最后做成知识库 knowledge base。

System Engineer 是设计专家系统的程序员，他的主要任务是编写专家系统的推理机构 interface engine，和用户界面 user interface。

用户使用用户界面和专家系统打交道，他和专家系统之间的交流的一些信息由工作空间 working storage 储存。推理机构根据用户信息和知识库中的信息为用户提供服务。

3.6 专家系统的基本构件

专家系统与传统的计算机程序系统有着完全不同的构件组成，通常它由知识库、推理机、综合数据库、知识获取机制、解释机制和人机接口等几个基本的、独立的部分所组成，其中尤以知识库与推理机相互分离而别具特色。

3.6.1 知识库

专家系统的知识库用来存放系统求解实际问题的领域知识。一般来说，知识库中的知识可分为两类，一类为事实，另一类是启发性知识。事实通常指的是公共定义的或已经发生的具体事件，这些知识可以从书籍中或亲身实践中获得。事实性知识尽管相对容易获得，但在求解问题时是不可或缺的。启发性知识是领域专家从长期实践中获得的经验总结，一般条理性较差、难于理解，且适用范围窄，但对求解问题却十分有效，它使专家系统的决策在领域中具有专家的水平。

知识库中的知识主要是供推理机求解问题时使用的，知识库要具有知识存储、检索、排序、增删改等管理功能。专长知识以“条件-结果（if-then）”规则的形式存储在专家系统的知识库（knowledgebase）中。每条规则的“条件”部分描述专家所在领域中出现的真实条件。每条规则的“结果”部分指明了在满足条件的情况下执行的动作过程。如何将专长知识存放到知识库中去呢？知识工程师（knowledge engineer）要和专家进行多次会谈，记录会谈结果，并将这些结果用软件的形式表达出来。这个会谈类似于领域分析中的会谈，尽管知识工程师在会谈中的话题比前者要广泛得多。专家系统中的知识表示形式有产生式、框架、语意网络等，而在专家系统中运用得较为普遍的知识是产生式规则。关于知识表示的问题将在章节 4.2 中详细讨论。

3.6.2 综合数据库

综合数据库是专家系统在执行与推理过程中用以存放所需和产生的各种信息的

工作存储器，通常包括欲解问题的初始状态描述，中间结果，求解过程的记录，用户对系统提问的问题等信息。因此，综合数据库又叫动态数据库，其内容在系统运行过程中是不断变化的，相应地把专家系统的知识库称为静态知识库，因为它在一次推理中其内容是保持不变的，只有领域专家或知识工程师通过知识获取模块或系统通过自学习功能才能改变它的内容。可以认为，综合数据库和知识库一起才构成专家系统的完整的知识库。在设计专家系统时，一般使综合数据库的数据表示与组织和知识库的知识表示与组织相一致，这样才可以方便推理机的推理。

3.6.3 推理机

需要有知识库运转起来回答问题的机制被称为推理机（inference engine）。它由一组程序组成，负责整个专家系统的运行。在一定控制策略下，识别和选取知识库中对当前问题求解有用的知识进行推理。其简化工作流程可用下图表示：

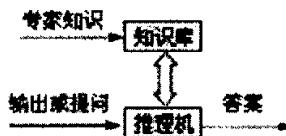


图 3-2 推理机的简化工作流程

3.6.4 知识获取程序

知识获取是专家系统知识库是否优越的关键，也是专家系统设计的“瓶颈”问题，通过知识获取，可以扩充和修改知识库中的内容，也可以实现自动学习功能。知识工程师在构造或扩充专家系统知识库时，需通过某种方式，或从各领域专家处，或从实例中，或从书本资料中去获取知识，以某种表示方式存入计算机。一般人工的和半自动的知识获取方法习惯上纳入专家系统支持环境，而自动知识获取是一个重要的研究领域，现已作为一独立的学科分支。

3.6.5 解释程序

专家系统的一个重要的功能就是要能够解释它自己的行为。这意味着用户可以在任何时候询问系统为什么得出某个结论，或者为什么提出某个问题。这对于用户来说是一项重要的功能，有时候用户只要求知道答案，可是有时候用户需要知道解释，而通常的专家系统无法对它的行为做出有说服力的解释，而只能告诉用户它使用了哪些规则得出的结论，至于为什么这些规则能够得出这样的结论，系统是无法解释的。对系统给出的结论、求解过程以及系统当前的求解状态提供说明。

3.6.6 人机接口

人机接口又称界面，它能够使系统与用户进行对话，使用户能够输入必要的数据、提出问题和了解推理过程及推理结果等。系统则通过接口，要求用户回答提问，并回答用户提出的问题，进行必要的解释。把系统向专家或用户输入的信息转换成人类易理解的外部形式。

3.7 财务咨询专家系统的简化结构

专家系统的结构指专家系统各组成部分的构造方法和组织形式。系统结构选择恰当与否，是与专家系统的适用性和有效性密切相关的。选择什么结构最为恰当，要根据系统的应用环境和所执行任务的特点而定。如下图所示为财务咨询专家系统的简化结构图：

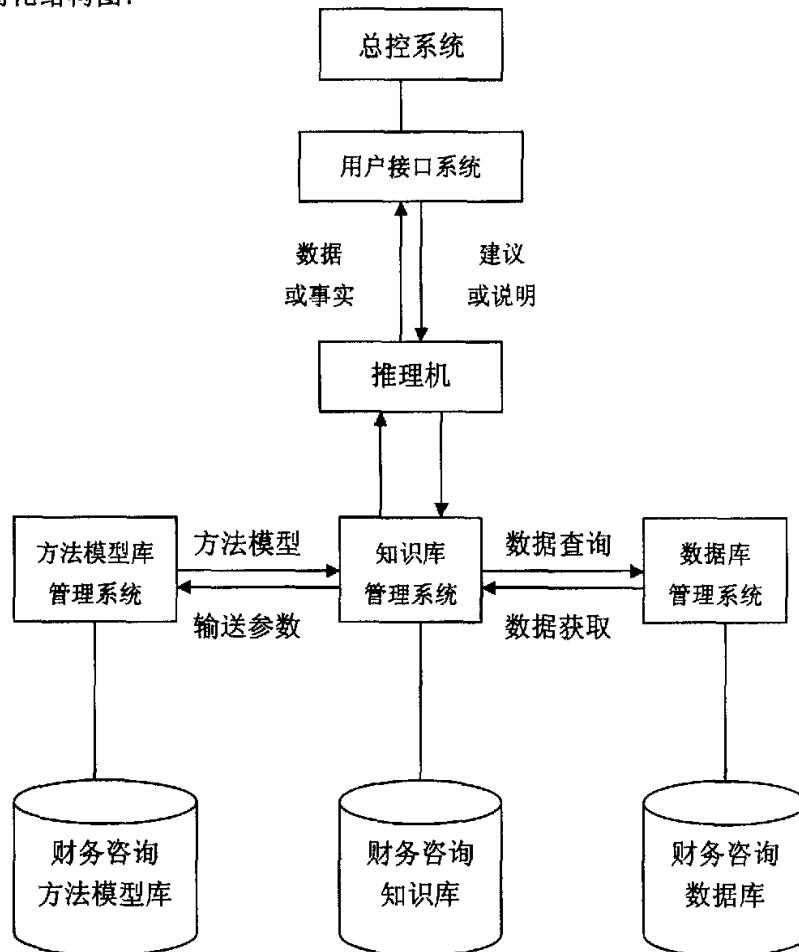


图 3-3 财务咨询专家系统简化结构图

第四章 专家系统原理的研究

4.1 专家系统的基本设计思想

一般应用程序是把问题求解的知识编写在程序中，而专家系统则将其应用领域中问题求解所用到的知识单独分开组成知识库这样一个实体。知识库的处理是通过独立于知识库的、易识别的控制策略来进行的。也就是说，一般的应用程序将其知识组织成两级——数据级和程序级，而大多数专家系统则将知识组织成三级——数据级、知识库级和控制级。

专家系统的主要系统即是一个巨大的知识库，存储着某个专业领域的知识。而系统的控制级，通常表达成某种推理规则。整个系统的工作过程是从知识库出发，通过控制推理，得到所需的结论。

对一般的应用程序系统来讲，系统的工作流程是在程序（或数据）的控制下，按规定的步骤逐条执行程序指令。专家系统有所不同，它是在特定环境下的推理过程，它比前者更及时、更准确地反映了环境的变化。由于专家系统的工作过程是一种推理过程，因此它“理解”自己行为的目的，“知道”采取某个步骤的缘由，所以它比传统程序具有更高的智能水平。

如果专家系统和一个人作类比，就更容易理解专家系统的工作程序：工作区域大致相当于人脑中的短期记忆区，知识库相当于长期记忆区，推理机类似于人脑对问题的思考过程。当你“搅尽脑汁”想找出解决一个疑难问题的答案时，你的这种行为就类似于一个专家系统的工作过程。

推理机通常要搜索它的知识库（“相当于上面提到的搅尽脑汁”），这种搜索可以采用一种或两种方式。假设我们将一个具有管道修通专长的知识规则输入到了系统中，剩下的事就由推理机自动处理了。这个知识库的规则库如下所示：

规则 1

如果你有个水龙头漏水
并且漏水处位于把手
那么拧紧外围螺栓。

规则 2:

如果外螺栓被拧紧
并且仍然漏水
那么更换新的外围螺栓

不需要了解管道维修领域的知识，就完全可以说这两条规则是相关规则，我们注意到规则 1 中的结果部分和规则 2 的条件部分吻合。知识库中可能具有很多很多注意到规则 1 中的结果部分和规则 2 的条件部分吻合。知识库中可能具有很多很多

条规则，这种吻合便是搜索知识库的基础。推理机从一个可能的解答开始，例如从规则 2 中的“换新的外围螺栓”开始，然后沿着规则回溯，查看是否有具体的问题需要这个解答。

那么推理机怎么回溯工作，首先看包含答案的规则的部分，然后试图查找一个与这个条件吻合的结果部分所在的规则。在两条规则的例子里，这很容易——规则 1 具有一个匹配的结果部分。在工作强度比较大的应用中，回溯就不那么容易了，因为知识库可能存储了成百甚至上千条规则。

推理机找到一条规则后，它要检查这条规则，看看它的条件部分是否与问题的条件匹配。如果匹配，推理机就继续向同一方搜索——找到一个匹配的部分，检查这个条件，又找到一个匹配的条件部分，等等。当推理机搜索完了所有的规则后，它要向用户询问更多的信息。这个过程的基本思想是如果推理路径是成功的（也就是说找到了与问题的条件匹配的条件），专家系统就将路径最初的答案提供给用户，如果不成功，那么再检查其他的路径。

这种尝试一个答案并寻找与问题的条件匹配的相关条件的技术叫做向后匹配 (backward chaining)。“向后”是因为它从结果部分开始然后检查条件部分。另一个技术从条件部分开始匹配其他规则的结果部分，叫做向前匹配 (forward chaining)。下面是它的工作过程。首先用户要输入问题的条件，系统的推理机搜索一条规则，使这条规则的结论部分与问题的条件部分匹配。在我们的例子里，假设规则已知的条件部分与问题的条件部分匹配。推理机检查规则 1 的结果部分后寻找一个条件部分与规则 1 的结果部分匹配的规则。在我们的只有两条规则的例子中，这个过程很简单。当系统检查完所有的规则后，他将最后一条规则的结果部分作为问题的答案。“向前匹配”中的“向前”是指从条件部分向结果部分运动的这种方式。

综上所述，专家系统的基本工作流程是，用户通过人机界面回答系统的提问，推理机将用户输入的信息与知识库中各个规则的条件进行匹配，并把被匹配规则的结论存放到综合数据库中。最后，专家系统将得出最终结论呈现给用户。在这里，专家系统还可以通过解释程序向用户解释以下问题：系统为什么要向用户提出该问题 (Why)？计算机是如何得出最终结论的 (How)？领域专家或知识工程师通过专门的软件工具，或编程实现专家系统中知识的获取，不断地充实和完善知识库中的知识。如下图所示：

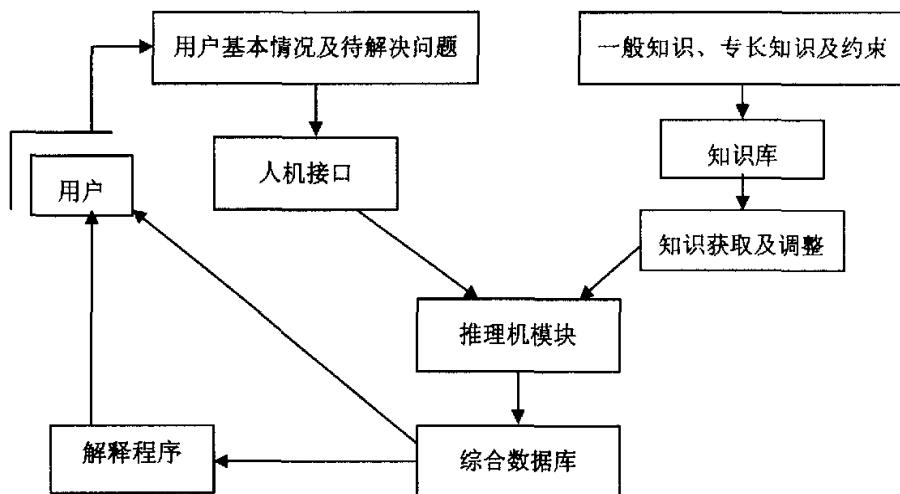


图 4-1 专家系统工作流程图

由此可以得出：专家系统的基本设计思想就是将知识和控制推理策略分开，形成一个知识库。专家系统在控制推理策略的导引下，利用存储起来的知识分析和处理问题。这样，在解决问题时，用户为系统提供一些已知数据，然后从系统中获得专家水平的结论。

4.2 知识表示

在知识工程中，知识表示的重要性是不言而喻的，它是人工智能中最重要的问题之一。专家系统需要领域专家知识达到专家级对问题的求解水平，例如：计算机视觉系统为了完全解释景物，需要知道它所“看”景物的特征，没有应用领域知识和有关听众的知识，自然语言理解系统不可能恰当的理解它所处理的句子和词汇。总之，要使计算机具有智能，就必须使它具有知识，而要使计算机具有知识，首先必须解决知识的表示问题。因为智能活动过程主要是获得并应用知识的过程，而知识必须有适当的表示才便于在计算机中存储、检索、使用、修改、推理和判断。

4.2.1 知识的含义

人们所涉及的知识是十分广泛的。有的是多数人所熟悉的，有的只是有关专家才掌握的专门领域知识。对于“知识”难以给出明确的定义，只能从不同侧面加以理解。

Bacon（培根）说“知识就是力量。”

Feigenbaum（费根鲍姆）认为知识与信息不一样，知识是经过削减、塑造、解

释和转换的信息。简单的说，知识是经过加工的信息。

Hayes-Roth（贺氏罗斯）提出知识可从范围、目的、有效性加以三维描述。其中知识的范围是由具体到一般，知识的目的是由说明到指示，知识的有效性是由确定到不确定。如下图所示：

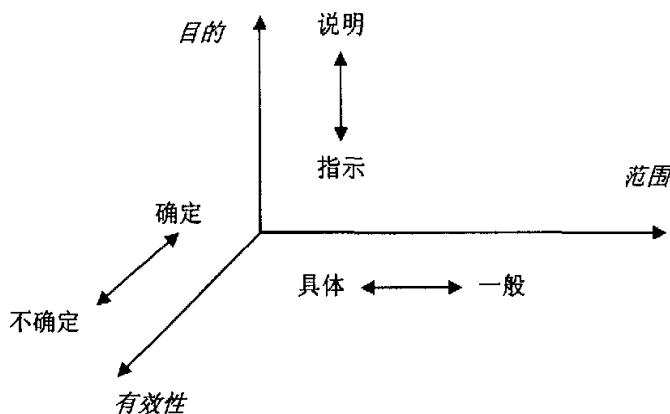


图 4-2 知识的三维空间表示

4.2.2 常用的知识表示方法

建立一种知识表示方法，首先要求有较强的表达能力和足够的精细度。其次，相应于表示方法的推理要保证正确性和效率。从使用者的观点看，常希望满足可读性好，模块性好等要求。常用的知识表示方法有如下几种：

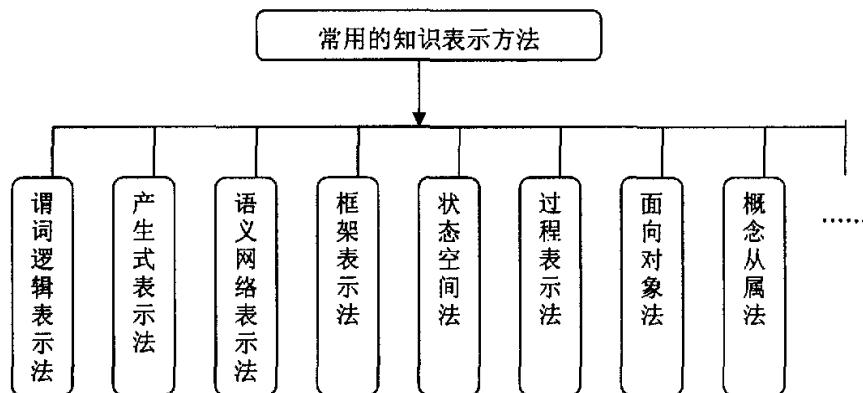


图 4-3 常用的知识表示方法

下面我们着重讨论本论文中使用的产生式表示法。

4.2.3 产生式表示法

产生式(production rule, 又称规则)表示是目前专家系统中使用最广泛的知识表示方法, 使用这种表示方法的专家系统被称为基于规则的专家系统(rule-based expert system)。

4.2.3.1 产生式基本形式

产生式是表示因果之间的关系的知识。产生式的基本形式是:

$P \rightarrow Q$

或者

IF P THEN Q

其中: P 是产生式的前提, 亦可称为前件、条件、前提条件, 用于指出该产生式是否可用的条件; Q 是产生式的结论或操作, 亦可称为后件, 用于指出当前提 P 所指示的条件被满足时, 应该得出的结论或应该执行的操作。整个产生式的含义是: 如果前提 P 被满足, 则可推出结论 Q 或执行 Q 所规定的操作。

产生式不仅可以表示精确知识, 也可以表示不精确知识。不确定性的产生式形式表示如下:

$P \rightarrow Q$ (置信度)

或者

IF P THEN Q (置信度)

这一表示形式主要用于在不确定性推理中当已知事实与前提所规定的条件不能精确匹配时, 这时只要按照“置信度”的要求达到一定的相似度, 就认为已知事实与前提条件匹配, 再按照一定的算法将这种可能性传递到结论。产生式表示举例如下:

IF	产品大量积压
AND	资金结构不合理
	资金周转速度缓慢
THEN	企业产品不适销对路。

4.2.3.2 产生式表示的优缺点

1 产生式表示法的优点

(1) 自然性: 产生式表示法用“如果……则……”的形式表示知识, 这是人们常用的一种表达事物因果关系的知识表示形式, 既直观、自然, 又便于推理。

(2) 模块性: 每条规则都具有相同的形式, 便于对规则库进行模块化处理, 给知识的增、删、改带来方便。

(3) 有效性: 产生式表示法既可表示确定性知识, 又可表示不确定性知识, 可

以把专家系统中需要的多方面的知识用统一的知识表示模式有效的表示出来。

(4)清晰性：产生式有固定的格式，每一条产生式规则都由前提与结论(操作)两部分组成，便于对规则进行设计和保证规则的正确性，同时，也便于在知识获取时对规则库进行知识的一致性和完整性检测。

2 产生式表示法的缺点

(1)效率不高：在产生式系统问题求解过程中，首先要从规则库中选出可与综合数据库当前状态匹配的可用规则，若可用规则不止一个，就需要按某种冲突消解策略从中选出一条规则来执行。因此，产生式系统求解问题的过程是一个“匹配—冲突消解—执行”反复进行的过程。由于规则库一般规模较大，规则条数较多，而规则匹配又是一件十分费时的工作，因此产生式系统的工作效率不高。

(2)不能表达具有结构性的知识：产生式适合于表达具有因果关系的过程性知识，但对具有结构关系的知识却无能为力，它不能把具有结构关系的事物之间的结构联系表示出来。

4.3 不确定性表示

专家系统针对特定领域的问题求解，不仅依赖于特定领域确定的理论知识，而且更多地依赖于专家的经验和常识。由于现实世界中客观事物或现象的不确定性，导致了人们在各认识领域中的信息和知识大多是不精确的，这就要求专家系统中的知识的表示和处理模式能够反映这种不确定性。因此如何表示和处理知识的不确定性也就成为人工智能研究的重要课题之一。不确定性信息可分为四类：

- 1 由于发生条件提供的不充分或偶然因素的干扰所产生的随机不确定性；
- 2 因信息的外延模糊而导致的模糊不确定性；
- 3 信息的已知部分未知所导致的灰色不确定性
- 4 由于决策者在主观上的、认识上的不足所产生的未确知不确定性。

针对不同类型的不确定性信息，在二十世纪六、七十年代，人们提出了主观 Bayes 方法、确定性理论、可能性理论和证据理论等传统方法；八十年代以后，人们又提出了灰色系统理论、概念图、粗集理论、基于信比概念的知识处理和集对分析等新方法。由于各种不确定性并非泾渭分明，而且不确定性知识表示和处理的各种方法和理论各有其优缺点，存在着一定的互补性，因此，近年来，许多人在致力于研究各种理论和方法的融合，力图找到更好的处理不确定性信息的方法，来解决不确定知识的表示、处理和获取。

在此，我们仅讨论本论文后边例子中用到的确定性理论方法是如何来处理不确定性的。

确定性理论是由美国斯坦福大学 E. H. Shortliffe(肖特立夫)等人考察了非概

率的和非形式化的推理过程后于 1975 年提出的一种非精确性推理模型。它是非精确推理中最早、最简单又有效的方法之一。

确定性方法应遵循的原则：不采用严格的统计理论，使用的是一种接近统计原理的近似方法；用专家的经验估计代替统计数据，尽量减少需要专家提供的经验数据，尽量使少量数据包含多种信息，专家数据的轻微动摇不影响最终的推理结论。

确定性方法的理论基础：以定量法为工具，以比较法为原则的相对确定理论。可信度计算情况包括规则的不确定性度量、证据（前提）的不确定度量、推理计算等等。

该模型采用可信度 $CF(H, E)$ 作为可信度因子 (CF 为 certainty factor 的缩写，或称为静态强度)，其值介于 -1 和 1 之间，即 $CF(H, E) \in (-1, 1)$ 。

$CF(H, E) > 0$ 表示证据 E 的存在，增加结论 H 为真的可信度， $CF(H, E)$ 值越大表示结论的可信度越高；

$CF(H, E) = 1$ 表示证据 E 为真，则结论 H 为真；

$CF(H, E) < 0$ 表示证据 E 的存在，增加结论 H 为假的可信度， $CF(H, E)$ 值越小表示结论的越假；

$CF(H, E) = -1$ 表示证据 E 为真，则结论 H 为假；

$CF(H, E) = 0$ 表示证据 E 与结论 H 无关。

关于可信度的应用将在本论文第六章实证中做比较详细的分析计算。

4. 4 推理与推理机制

4. 4. 1 推理概述

从已知的事实出发，通过运用已掌握的知识，找出其中蕴涵的事实，或归纳出新的事实，这一过程通常称为推理。也就是说，根据一定的原则，从已知的判断得出另一个新的判断的思维过程，推理所根据的判断叫做前提，由前提所推出的判断叫做结论。严格地说，所谓推理就是按某种策略由已知判断推出另一判断的思维过程。

在推理过程中，由于人们对问题的了解不足，又会被要求输入一些对问题求解有所帮助的数据，这样直到求出问题的解或判断问题不能求解，其过程如下图所示：

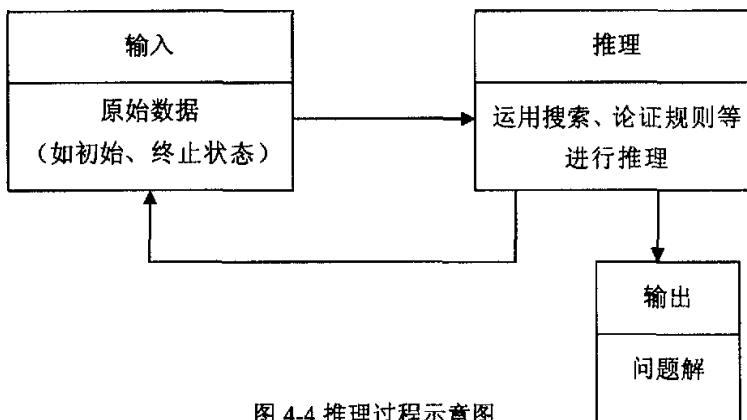


图 4-4 推理过程示意图

在推理中，有时运用一些方法，一步一步的总能求得问题的解，这些方法成为算法；但也有些方法，并不能保证能求得问题的解，这些方法成为过程。也就是说，对问题求解来说，算法是完备的，过程是不完备的。

实现推理的程序称为推理机。

推理的基本任务是从一种判断推出另一种判断，从新判断推出的途径来分类，推理可分为：

1 演绎推理 演绎推理是从全称判断推导出特称判断或单称判断的过程，即由一般性知识推理适合于某一具体情况的结论。这是一种从一般到个别的推理。

2 归纳推理 归纳推理是从足够多的事例中归纳出一般性结论的推理过程，是一种从个别到一般的推理。

3 默认推理 默认推理又称为缺省推理，它是在知识不完全的情况下假设某些条件已经具备所进行的推理。

按推理时所用知识的确定性来分类，推理可分为：

1 确定性推理 指推理时所用的知识都是精确的，推出的结论也是确定的，其值或者为真，或者为假，没有第三种情况出现。

2 不确定性推理 指推理时所用的知识不都是精确的，推出的结论也不完全是肯定的，其真值位于真与假之间。

按推理过程中推出的结论是否单调地增加，或者说推出的结论是否越来越接近最终目标来分类，推理可分为：

1 单调推理 指在推理过程中随着推理过程向前推进以及新知识的进入，推出的结论呈单调增加的趋势，并且越来越接近最终目标，在推理过程中不会出现反复的情况，即不会由于新知识的加入否定了前面推出的结论，从而使推理又退回到前面的某一步。

2 非单调推理 指在推理过程中由于新知识的加入，不仅没有加强已推出的结

论，反而可能要否定它，使得推理退回到前面的某一步，重新开始。

除了上述分类方法外，推理还有一些其他分类方法，例如：按推理中是否运用与问题有关的启发性知识，推理可分为启发式推理与非启发式推理；从方法论的角度，推理有可分为基于知识的推理与直觉推理；根据结论是否具有必然性，又可分为必然性推理与或然性推理等等。

4.4.2 推理的控制策略

推理过程是一个求解问题的过程。问题求解的质量与效率依赖于求解问题的策略，即推理的控制策略。推理的控制策略主要包括推理方向、搜索策略、冲突消解策略、求解策略及限制策略等。限于篇幅，这里我们主要对推理方向进行讨论。推理方向用于确定推理的驱动方式，分为正向推理、逆向推理、混合推理及双向推理四种。无论按哪种方向进行推理，一般都要求系统具有一个存放知识的知识库、一个存放初始已知事实及问题状态的数据库和一个用于推理的推理机。

4.4.2.1 正向推理

正向推理是以已知事实作为出发点的推理，又成为数据驱动推理、前向链推理、模式制导推理及前件推理等。正向推理的基本思想是：从用户提供的初始已知事实出发，在知识库中找出当前可适用的知识，构成可适用知识集，然后按某种冲突消解策略从可适用知识集中选出一条知识进行推理，并将推出的新事实加入到数据库中作为下一步推理的已知事实，在此之后再在知识库中选取可适用知识进行推理，如此重复，直到求得了所要求的解或之知识库中再无可适用的知识为止。

正向推理的结束形式一是求出一个符合条件的解就结束，二是求出所有的解再结束，三是无解而结束。求出一个符合条件的解的示意图如下：

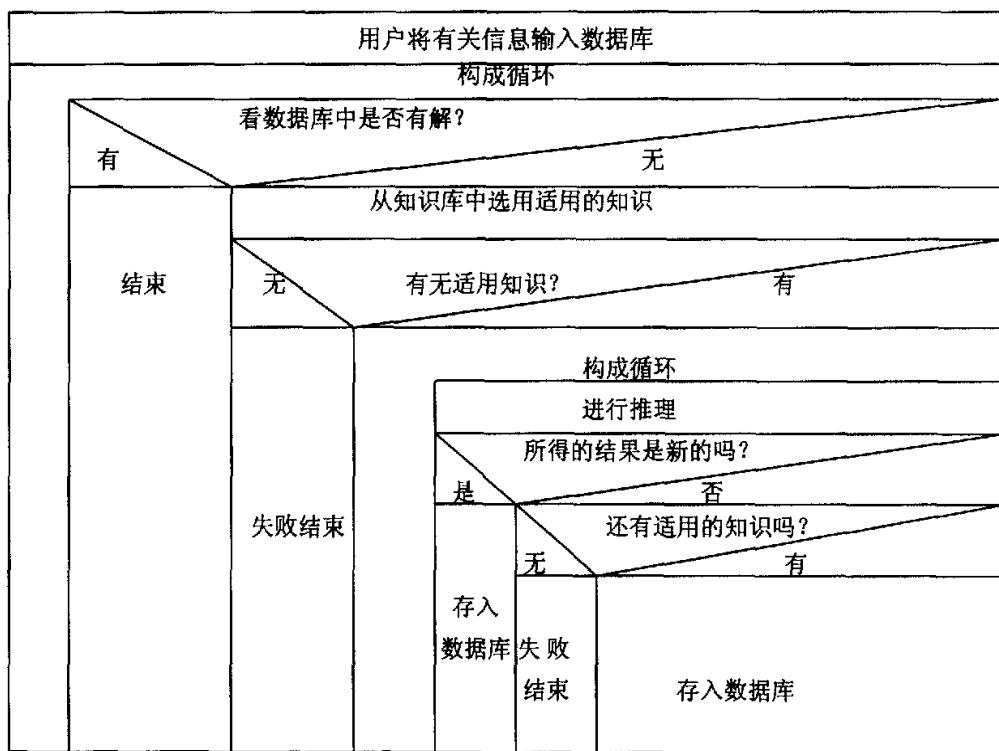


图 4-5 正向推理有解即结束的示意图

用户将有关信息输入数据库，看数据库中是否已有解，若有求解结束，若没有则进行下一步。根据当前状态从知识库中选用适用的知识进行推理，得出新的信息，存入数据库，然后再看数据库中是否已有解，如此反复下去，直到求得解。

求出所有的解再结束的示意图如下所示：

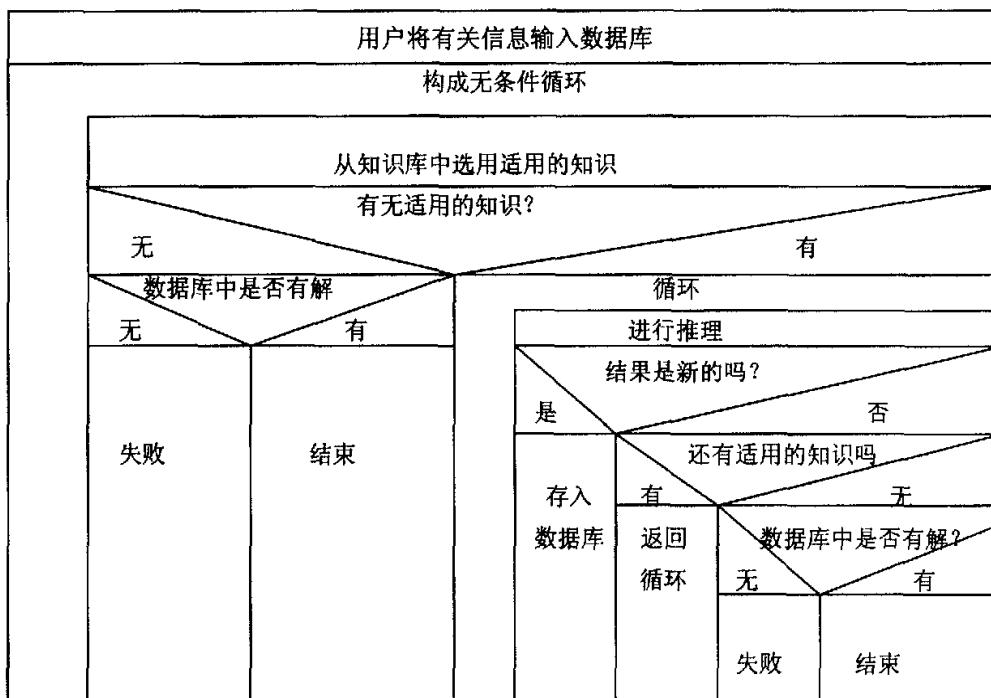


图 4-6 正向推理求所有解的算法示意图

4.4.2.2 逆向推理

逆向推理是以某个假设目标作为出发点的推理，又称为目标驱动推理、逆向链推理、目标制导推理及后件推理等。

逆向推理的基本思想是：选定一个假设目标，然后寻找支持该假设目标的证据。若所需数据都能找到，则说明原假设是成立的；若无论如何都找不到所需要的证据，则说明原假设不成立，此时需要另外选定新的假设。其推理过程可描述如下：

- 1 提出要求证的目标（假设）；
- 2 检查该目标是否已在数据库 DB 中。若在，则该目标成立，成功退出推理或者对下一假设目标进行验证，否则，转至下一步；
- 3 判断该目标是否是证据，即它是否为应由用户证实的原始事实，若是，则询问用户，否则转至下一步；
- 4 在知识库中找出所有能导出该目标的知识，形成适用知识集，然后转至下一步；
- 5 从知识库中选出一条知识，并将该知识的运用条件作为新的假设目标，然后转至第 2 步。

与正向推理相比，逆向推理更复杂一些，上述过程只是描述了它的大致过程，许多细节还没有反映出来。逆向推理的主要优点是不必使用与目标无关的知识，目

的性强。其主要缺点是初始目标的选择有盲目性，若不符合实际，就要多次提出假设，会影响到系统的效率。

4.4.3 混合推理

正向推理可能会推出许多与问题求解无关的子目标。在逆向推理中，若提出的假设目标不符合实际，也会降低系统的效率。为此可把正向推理与逆向推理结合起来，使其各自发挥自己的优势，取长补短。既有正向又有逆向的推理称为混合推理。在下述情况下，通常需要进行混合推理：

1 已知的事实不充分。当数据库中的已知事实不够充分时，若用这些事实与知识的运用条件匹配进行正向推理，可能一条适用知识都挑不出来，这就使推理无法进行下去。此时，可通过正向推理先把其运用条件不能完全匹配的知识都找出来，并把这些知识可导出的结论作为假设，然后分别对这些假设进行逆向推理。由于在逆向推理中可以向用户询问有关证据，这就可能使推理进行下去。

2 由正向推理推出的结论可信度不高。用正向推理进行推理时，虽然推出了结论，但可信度不高，达不到预定的要求，此时为了得到一个可信度符合要求的结论，可用这些结论作为假设，然后进行逆向推理，通过向用户询问进一步的信息，从而最大可能会得到可信度较高的结论。

3 希望得到更多的结论。在逆向推理过程中，由于可与用户进行对话，有针对性地向用户提出询问，可能获得一些原来未掌握的有用信息。这些信息不仅可用于证实要证明的假设，同时还可能有助于推出一些其他的结论。因此，在用逆向推理证实了某个假设之后，可以再用正向推理推出另外一些结论。

由以上分析可以看出，混合推理分为两种情况：一种情况是先进行正向推理，帮助选择某目标，即从已知事实演绎出部分结果，然后再用逆向推理证实该目标或提高其可信度；另一种情况是先假设一个目标进行逆向推理，然后再利用逆向推理中得到的信息进行正向推理，以推出更多的结论。

4.4.4 双向推理

双向推理是指正向推理与逆向推理同时进行，其基本思想是：一方面根据已知事实进行正向推理，但并不推到最终目标，另一方面从某假设目标出发进行逆向推理，但并不推至原始事实，而是让它们在中途相遇，即由正向推理所得的中间结论恰好是逆向推理此时所要求的证据，这时推理就可结束，逆向推理的假设就是推理的最终结论。

4.5 搜索策略

4.5.1 搜索概述

无论在哪种推理方法中都会遇到搜索问题。搜索策略的恰当与否决定着系统的推理速度，它是设计推理机时需要考虑的重要问题。搜索是专家系统的基本技术之一，在专家系统各应用领域被广泛地使用。早期的专家系统程序与搜索技术的联系就非常紧密，几乎所有的早期专家系统程序都是以搜索为基础的。搜索技术渗透到各种专家系统中，可以说没有哪一种专家系统的应用中不使用搜索技术。

一般一个问题可以使用多种搜索技术解决，选择一种好的搜索技术与解决问题的效率直接相关，甚至关系到能否找到问题的解。在专家系统中研究搜索策略就是如何构造一条低消耗的推理路线。衡量搜索方法的标准一般认为有两个：一是搜索空间的大小；二是解是否最佳。

通常搜索策略的主要任务是确定选取规则的方式。有两种基本方式：一种是不考虑给定问题所具有的特定知识，系统根据事先确定好的某中固定排序，依次调用规则或随机调用规则，这实际上是盲目搜索的方法，一般统称为无知识（无信息引导）的搜索策略。另一种是考虑问题领域可应用的知识，动态地确定引用规则的顺序，优先调用较合适的规则使用。这就是通常称为启发式搜索策略或有知识（有信息引导）的搜索策略。搜索技术的分类如下图所示：

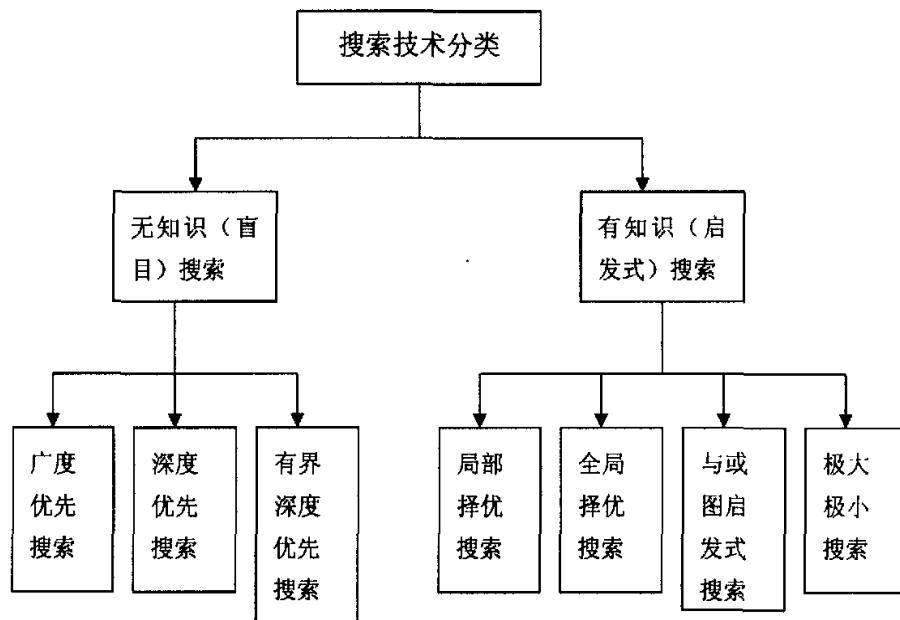


图 4-7 搜索技术的分类

4.5.2 无知识（盲目）搜索

无知识盲目搜索 (uninformed search) 也叫盲目搜索 (blind search)，搜索时不使用任何与特定问题有关的信息及控制性知识，因此无知识搜索是不依赖于任何应用领域的搜索方法，具有较大的通用性。在此我们只讨论较为常用的广度优先搜索和深度优先搜索两种。

1 广度优先搜索。广度优先搜索 (width-first search) 也称为宽度优先搜索，它是一种按“先产生的节点先扩展”原则进行的搜索。搜索过程是：从初试节点 S_0 开始逐层向下扩展，先生成下一级所有子节点，按顺序（先生成的子节点，优先检查、优先扩展）检查是否出现目标节点 S_g 。按此方法，若在第 n 层节点（此层无目标节点）还没有全部搜索完之前，不进入第 $n+1$ 层节点的搜索。也就是说，广度优先策略的搜索树是自顶向下一层一层逐渐生成的，一直到找到目标节点为止。这里要说明的是，前面出现过的节点，不产生也不扩展。

2 深度优先搜索。深度优先搜索 (depth-first search) 是一种按照深度越大优先级别越高的原则，在树型结构中搜索目标节点的方法。搜索过程是：从初始节点 S_0 开始，按生成规则生成第一级子节点，检查是否出现目标节点 S_g ，若未出现，就在其子节点中选择一个最新生成的节点进行考察，如果该子节点可以扩展，则扩展该子节点，一次向下搜索，在搜索树的每一层始终优先扩展一个子节点，不断地向纵深前进，直到某个子节点既不是目标节点，又不能继续扩展即达到叶节点，受到深度限制时，才从当前节点返回到上一级节点，沿另一方向继续前进。这种方法的搜索树是从树根开始一枝一枝逐渐形成的。

4.5.3 有知识（启发式）搜索

有知识（启发式）搜索算法的本质是部分地放弃算法“一般化，通用化”的概念，把所要求解的问题的具体领域的知识加进算法，以提高算法的效率。例如，广度优先搜索法几乎可以用于解一切搜索问题，但是实际使用时，效率也许低得惊人，甚至根本解不出来。但是如果我们为每类问题找出一些特殊规则，和广度优先搜索法配合起来使用，那结果可能就完全不同了。

启发式搜索利用问题拥有的启发信息来引导搜索，达到缩小搜索范围，降低问题复杂度的目的。这种利用启发信息的搜索过程都称为启发式搜索。在这里我们主要讨论局部择优搜索法和全局择优搜索法。

1 局部择优搜索法。局部择优搜索法 (partially-first search) 又称爬山法，其基本思想是：搜索到一个节点后，只从其所有后继子节点中，按 $f(x)$ 选择最优者，也就是在后继子节点的局部范围内选择最优者进行扩展，选取最逼近目标节点的方向，逐级沿纵向深度进行搜索。由于是小范围内的局部优选，故称之为局部择优搜

索法。实际上爬山策略既不考虑以前的情况，也不考虑以后的情况，只看当前怎样最好（代价最小）。这样可能找不到解，能找到解的话也不一定能找到最优解（指估计值最优）。

2 全局择优搜索法。全局择优搜索又称最好优先搜索和有序搜索。它避免了爬山法的缺点，不是在局部节点中择优，而是在全部节点中择优。它在 open 表中保留了所有已生成但尚未扩展的节点，并用估价函数 $f(n)$ 对全部节点进行估值，不管这个节点出现在搜索树的任何地方，都从中选出最优的节点进行扩展。

4.6 专家系统的工作过程

一般的专家系统通过推理基于知识库和综合数据库的交互作用来求解领域问题，这种求解过程大致有如下几个步骤：

- 1 根据用户的问题对知识库进行搜索，寻找有关的知识；
- 2 根据有关的知识和系统的控制策略形成解决问题的途径，即知识操作算子序列，从而构成一个假设集合；
- 3 对解决问题的一组可能假设方案进行排序，并挑选其中在某些准则下为最优的假设方案；
- 4 根据挑选的解决方案去求解具体问题；
- 5 如果该方案不能真正解决问题，则回溯到假设方案序列中的下一个假设方案，重复求解问题；
- 6 上述过程循环执行，直到问题已经解决或所有可能的求解方案都不能解决而宣告“本系统该问题无解”为止。

上述过程可用图 4-7 描述，这个过程中的两个重要环节是与目标问题有关的知识的集聚和形成解决问题的假设方案集，对其处理的不同则直接影响专家系统的问题求解能力和求解效率。

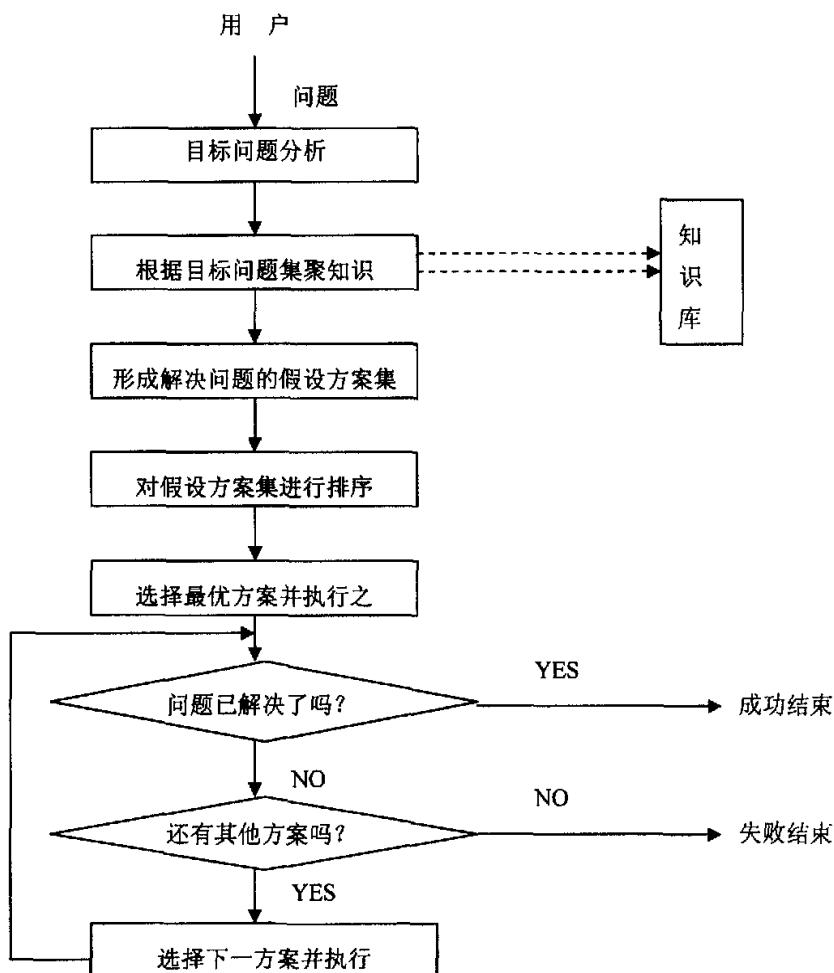


图 4-8 专家系统的工作过程

第五章 一个简单的实证：财务咨询专家系统

5.1 建立财务咨询专家系统的可行性

尽管目前专家系统已经应用到一些管理领域，使工作效率的改善、决策水平的提高都达到或超过一个数量级，但是并非每个领域都是专家系统开发和应用的范围。专家系统一般瞄准范围小、定义域明确的专业领域。一些专家认为，建立专家系统必须具备下列先决条件：1) 至少一名一致公认的人类专家 2) 专家卓越的行为主要来源于他们所拥有的专门知识、判断和经验。3) 在知识方面应具备四个必要的品质：知识的应用域是良定义的并且充分狭窄；能够成功地进行有关知识的编码；至少有一位人类专家有效地开发知识库（专家知识、判断和经验）；专家能够表达这种知识库并解释应用它的方法。

将企业财务咨询与建立专家系统应具备的条件进行对比，可以看出，企业财务咨询活动仍存在着知识应用范围较广、行为变量较多等问题，但如果能够明确规定企业财务咨询的范围和边界，企业财务咨询便可以达到建立专家系统的一般要求，建立财务咨询专家系统还是可能的，具体体现在：

首先，企业财务咨询活动涉及的领域专业性较强，该领域的专家知识和经验对企业具有普遍的指导意义，通过对企业财务咨询专家的知识和经验进行搜集、整理、提纯，能够使企业财务咨询所用到的知识规范化，可以实现企业财务咨询有关知识的编码。这就为构造财务咨询专家系统提供了知识上的可能性。

其次，随着计算机硬件技术和软件技术的发展，人-机交互接口逐渐朝着人类自然语言及思维方式方向发展，为建立财务咨询专家系统提供了技术上的可能性。

最后，知识工程师、系统分析设计师等专门人才的大批涌现，使自然科学与社会科学更加紧密地融合起来，从而为建立财务咨询专家系统提供了设计和实现的可能性。

知识和推理是专家系统的重要特征，也是其与传统程序的区别之所在。探索建立财务咨询专家系统，首要的任务就是在明确规定企业财务管理范围的基础上划定企业财务咨询的知识应用域，建立财务咨询专家系统的知识库和其推理机。

在本文中，我们将咨询体系仅限于财务评价方面，具体设计为五部分，分别是：获利能力、偿债能力、营运能力、抗风险能力、发展能力，这五部分相辅相成、互相补充，从不同角度说明了企业的经营状况，综合在一起则可以满足全面评价企业财务状况的要求。

5.2 财务咨询专家系统的基本工作原理

首先我们再来看一下财物咨询专家系统的简化结构：

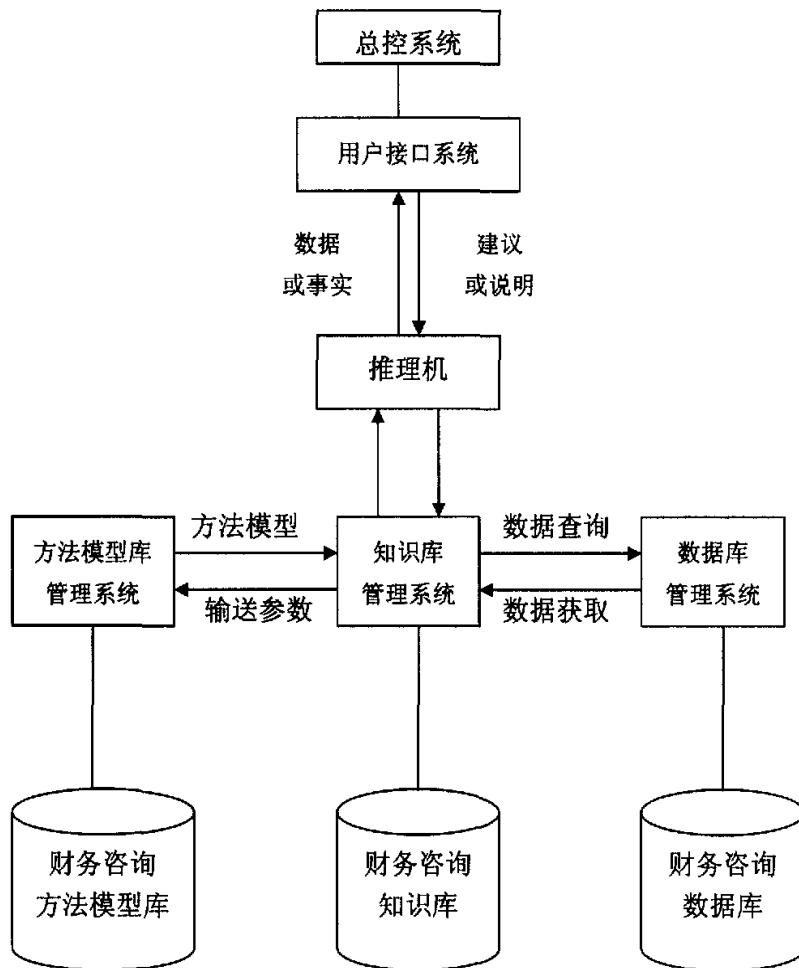


图 5-1 财务咨询专家系统简化结构图

财务咨询专家系统工作时，由总控系统首先验证登陆用户的身份，

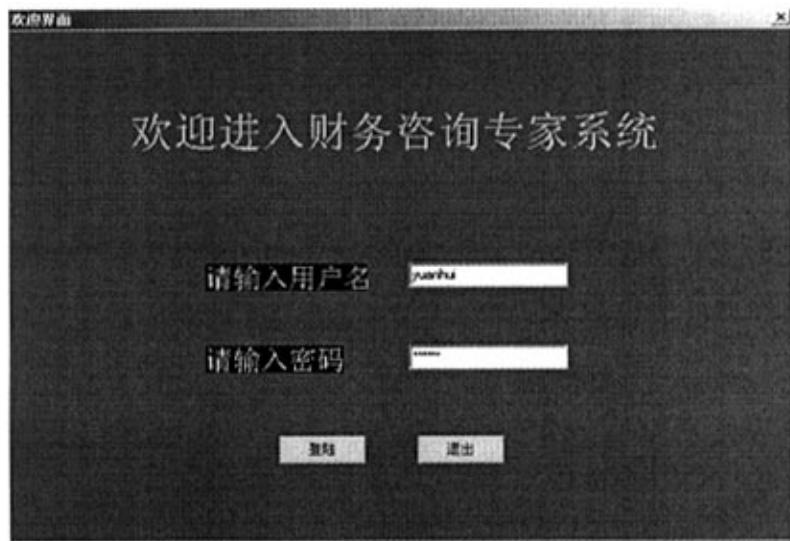


图 5-2 总控登陆系统

然后显示企业财务咨询专家系统主菜单，如下图所示：

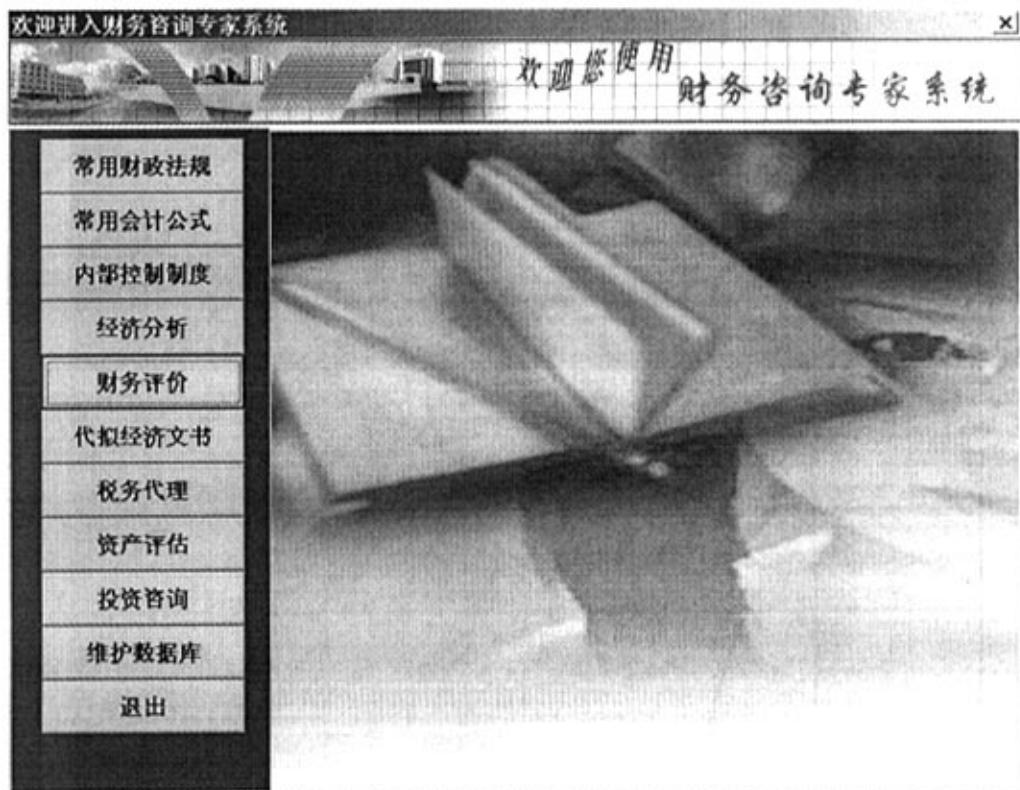


图 5-3 总控系统主界面

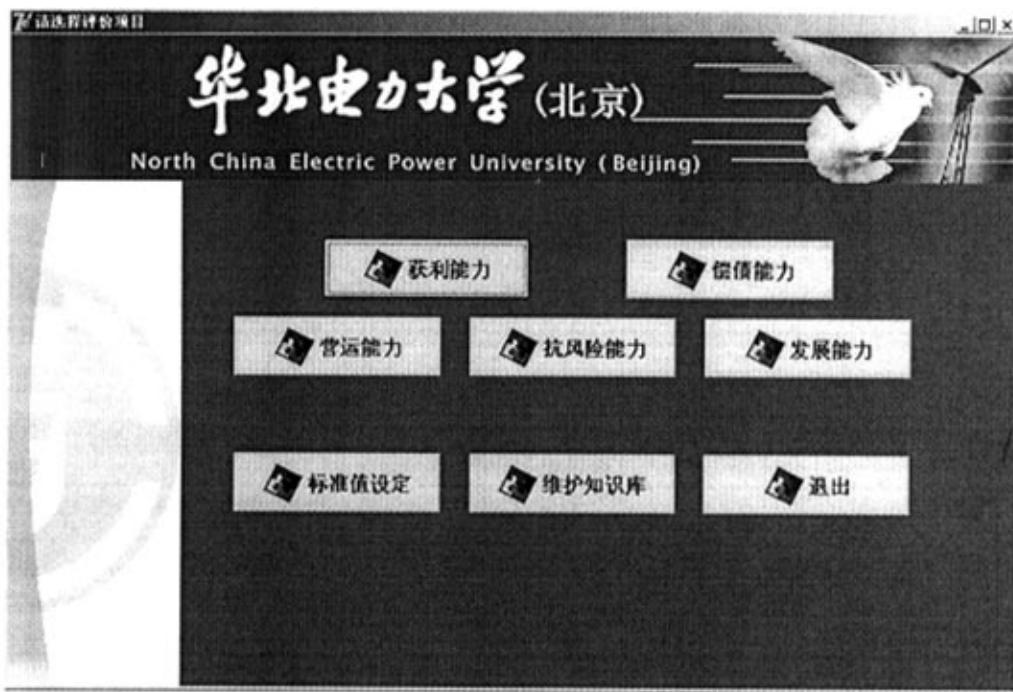


图 5-4 财务评价的主界面

待用户选定咨询内容后,系统显示该项咨询内容咨询所必须的初始数据或事实,并自动搜索数据库中为完成该项咨询内容所具有的数据或事实,如果咨询所需要的数据或事实都在当前财务咨询数据库中,则系统直接进入推理过程,如果还有某些初始数据或事实需要用户输入,则系统进入用户接口,待用户将需要的数据或事实输入完成后,由咨询内容决定的推理机就根据综合数据库里的触发数据和待求解目标,从知识库中选取相应的规则和事实,由规则解释器根据工作存贮区数据,对规则和事实数据进行解释,按照规则的“行动”部分修改综合数据库的内容,一条规则被解释执行后,规则选择器根据已变化的工作存贮器内容选择新的规则和事实,再解释执行,如此反复,直到咨询过程完成。

在推理过程中,如用到某种方法或模型,系统知识库首先提出知识查询,然后通过智能接口将对知识查询转变为对方法模型库的查询,取得所需的方法或模型及其参数,再通过知识库对数据库的访问,对数据采集并对参数赋值,并运行该方法或模型,该方法或模型的运行结果又作为进一步推进的依据,如此下去,直至完成定性与定量分析相结合的推理过程。

由于企业财务咨询所用到的知识广泛而且复杂,加之专家系统技术还处于探索发展阶段,因此,目前要建立本文所探索的实用财务咨询专家系统,还会遇到许多困难,如知识库容量,知识库与方法模型库的接口等等,这些都需要系统工程专家

和计算机工程专家的进一步研究、探索与实践。

本系统拟形成一个开放式的分析评价系统，主要任务是根据用户输入的相关数据，运用专家系统模型自动进行分析评价分析对象的状态，如优秀、良好等，同时给出与结论相匹配的解释（分析依据），说明企业经营过程中具有的优势及存在的主要问题。系统的结构如图所示：

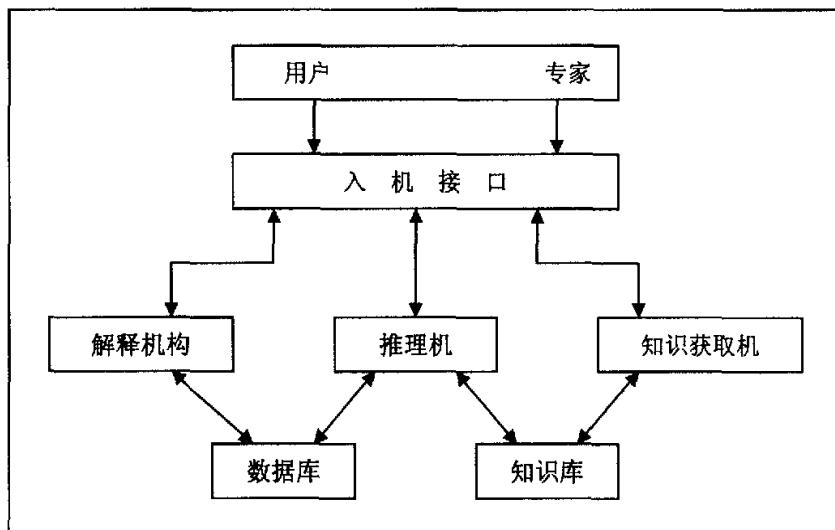


图 5-5 系统内部结构图

其中，入机接口是专家系统和知识工程师、财会专家、一般用户交互的界面，由一组程序和相应的硬件组成。主要是完成输入输出工作；知识获取机构是由一组程序组成，主要任务是将相关专家知识输入到知识库中，并维护知识库中知识的完整性和一致性；知识库用于存放分析评价规则，它来源于知识获取机构，并负责向推理机提供推理所需的相关知识；推理机是专家系统的思维机构，是专家系统的核部分，主要是通过用户输入的事实（指标实际值），按照一定的控制策略进行适当的推理以得出结论；数据库主要是存放系统运行过程中所需要和所产生的各种信息；解释机构主要是跟踪并记录推理的过程，并且在推理结束后，将解释（分析评价结论）用约定的形势输出给用户。

5.3 标准值的设定

标准值是存放在数据库中，用以衡量企业经营成果的尺度。采用根据经济发展水平、企业管理水平及管理经验，经提炼而形成的评价标准，如国际公认标准、国内平均标准、同行业先进、平均标准和企业预算等，划分为几个档次。同时运用计量经济学原理，重点研究企业多个经济变量之间的相互关系，进行多目标、多标准

的综合判断。本系统在进行实证分析时采用某企业的同行业先进、平均值同时参照国内、国际标准设计标准值，并将每一标准划分为：优秀、良好、平均、较低、较差五档，并分别以 5、4、3、2、1 来代表。



图 5-6 设置评价获利能力标准值的界面

在本例中我们设定的标准值表如下表所示（在此只做出对获利能力、偿债能力、营运能力的标准值设定）：

表 5-1 部分标准值设定

	较差 (1)	较低 (2)	平均 (3)	良好 (4)	优秀 (5)
LE(销售收益率)	$LE \leq 0.03$	$0.03 < LE \leq 0.04$	$0.04 < LE \leq 0.05$	$0.05 < LE \leq 0.06$	$LE > 0.06$
PE(营业利润率)	$PE \leq 0.03$	$0.03 < PE \leq 0.06$	$0.06 < PE \leq 0.09$	$0.09 < PE \leq 0.12$	$PE > 0.12$
FE(销售毛利率)	$FE \leq 0.1$	$0.1 < FE \leq 0.15$	$0.15 < FE \leq 0.25$	$0.25 < FE \leq 0.35$	$FE > 0.35$
LB(流动比率)	$LB \leq 1$	$1 < LB \leq 1.3$	$1.3 < LB \leq 1.6$	$1.6 < LB \leq 1.9$	$1.9 < LB \leq 2.2$
ZC(资产负债率)	$ZC \leq 0.3$	$0.3 < ZC \leq 0.4$	$0.4 < ZC \leq 0.5$	$0.5 < ZC \leq 0.6$	$ZC > 0.6$
YZ(应收帐款周转率)	$YZ \leq 13$	$13 < YZ \leq 16$	$16 < YZ \leq 19$	$19 < YZ \leq 21$	$YZ > 21$
CZ(存货周转率)	$CZ \leq 3$	$3 < CZ \leq 5$	$5 < CZ \leq 7$	$7 < CZ \leq 9$	$CZ > 9$
GZ(固定资产周转率)	$GZ \leq 0.6$	$0.6 < GZ \leq 0.8$	$0.8 < GZ \leq 1$	$1 < GZ \leq 1.2$	$GZ > 1.4$

5.4 数据库及其管理系统

企业财务咨询通常需要定性分析与定量分析的有机结合。在咨询过程中，既需要咨询专家凭借其知识和经验进行直接的推理和判断。又需要采用一些数学模型进行定量计算，并以定量计算的结果作为进一步推理的基础。这就决定了在财务咨询专家系统的基本结构中，必须包含有方法模型库及其相应的管理系统，并且根据咨询的需要，知识库与方法模型库和数据库之间还必须具有数据采集和参数传输功能，这样才能够解决企业财务咨询所面临的定性分析和定量分析相结合的推理问题。同时达到知识共享、方法模型共享、数据共享的目的。

它是财务咨询时进行定性分析和定量计算服务的，主要负责管理和维护财务咨询所需的各类数据，并按照财务咨询过程中对知识库的要求，及时地向知识库输送各类信息。财务咨询数据库及其管理系统在财务咨询专家系统中相对独立，便于和企业现正使用的财务信息管理系统进行连接。有利于现行财务信息管理系统的使用。

5.5 建立财务咨询专家系统的知识库

知识库用于存放领域规则。企业财务专家的知识和经验往往以语言性的或文学性的描述存在于专家的头脑中或出现在有关书籍里，要建立企业财务评价知识库，也必须把这些描述形式化，使之成为计算机可以接受和处理的形式。首先，要获取这些描述性的知识和经验，目前比较常用的是知识的人工获取方式，即系统设计人员与企业财务咨询专家合作，将有关的知识和经验用流程图或框图进行条理化，建立起知识体系。其次，从企业财务专家那里获取的知识还必须以一种机器能够识别的特定形式存放，即要用到知识表示的技术。目前常用的方法是产生式规则，它也称为“情况-动作”规则或“IF-THEN”规则。利用产生式规则的知识表示方法和计算机程序设计语言，再将知识体系转化为计算机软件。

企业财务评价专家系统的知识库由两大部分组成：一部分称之为元规则，是规则的规则。另一部分称之为推理规则，其结构如图所示。

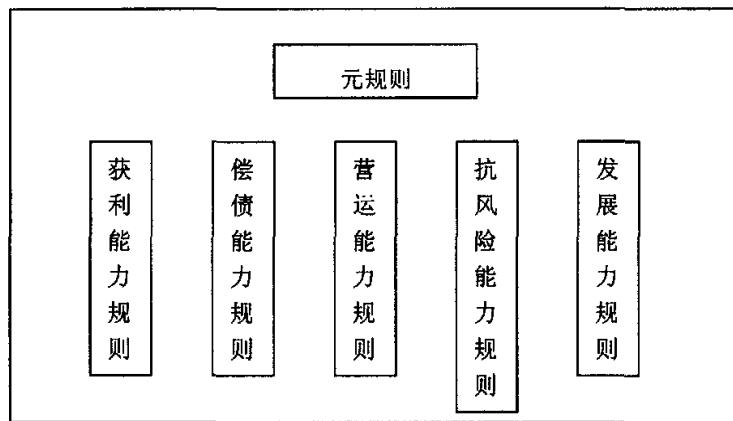


图 5-7 企业财务评价专家系统知识库结构图

规则是用产生式规则表示的，其基本形式为 IF…THEN…。元规则主要是将一定的事实转化为相应的可信度（用 C 表示），以便于推理。与标准值级别相对应，可信度也划分为五档：

- 当 $C \geq 0.8$ 时，则初步评价结论为优秀；
- 当 $0.8 > C \geq 0.6$ 时，则初步评价结论为优良；
- 当 $0.6 > C \geq 0.4$ 时，则初步评价结论为中等；
- 当 $0.4 > C \geq 0.2$ 时，则初步评价结论为较低；
- 当 $C < 0.2$ ，则初步评价结论为较差。

推理规则主要是按指标的实际值在标准值中所处位置分别赋值 5、4、3、2、1。如“FE=5”，其中“FE”为销售毛利率的代码，“5”为销售毛利率的实际值 38.38% 在标准值中所处位置所赋值。

获利能力分析 (profitability analysis) 是衡量企业获利能力的高低。而欲评估企业获利性高低，有许多衡量指标可以运用，包括销售毛利率 (FE)、营业利润率 (PE)、销售收益率 (LE) 等。现将部分获利能力规则举例如下：

$$\text{销售收益率 (LE)} = \frac{\text{净利润}}{\text{销售收入}} \quad \text{公式 (5-1)}$$

$$\text{营业利润率 (PE)} = \frac{\text{营业利润}}{\text{销售收入}} \quad \text{公式 (5-2)}$$

$$\text{销售毛利率 (FE)} = \frac{\text{销售毛利}}{\text{销售收入}} \quad \text{公式 (5-3)}$$

- 1) 若 LE=5 且 PE=5, FE=5 则 $C(CE)=1$

说明经营活动创利能力优秀，主要原因是：经营活动流转结构合理；经营管理水平高，成本费用控制的好，税负承担能力强，产品有良好的市场需求。

2) 若 $LE=5$ 且 $PE=4$, $FE=4$ 或 $FE=3$, 则 $C(CE)=1$ ($LE=5$ 且 $PE=4$, $FE=4$ 或 $FE=3$)

说明经营活动创利能力优秀。主要原因是：经营管理水平较高，经营灵活性大；产品市场占有率高，但成本费用控制力度不够尚有潜力可挖。

3) 若 $LE=4$ 且 $PE=5$, $FE \geq 4$, 则 $C(CE)=0.8$

说明经营获利能力良好，主要原因是：主营业务突出，企业贯彻稳健的经营策略；成本费用控制的较好，经营管理水平较高。

4) $LE=3$ 且 $PE=4$, $FE \geq 4$, 则 $C(CE)=0.6$

说明经营活力能力一般，主要原因是虽与同行业相比市场容量较大，但主导产业在市场上处于低落状态。

5) 若 $LE=2$ 且 $PE=3$, $FE \leq 2$, 则 $C(CE)=0.4$

说明经营活动获利能力较低。主要原因是：产品不具有竞争力；管理水平低下，成本费用较高。

评价获利能力的维护知识库的界面如下所示：



图 5-8 获利能力知识库维护界面

其余四种能力在知识库内的存储规则依次类推。

5.6 财务咨询专家系统的推理机设计

企业财务咨询过程实质上是咨询专家运用知识和经验进行的一系列推理过程，这种推理，尽管在多数情况下运用的是正向推理和反向推理，如资金使用效果咨询常采用正向推理，成本管理咨询常采用反向推理。但是，在某些情况下，企业财务咨询又需要采用正反向混合推理，如企业资产负债咨询，咨询专家就要采用正向推理分析企业资产负债状况及存在的问题，同时，采用反向推理寻找企业资产负债方面的可能性原因，以便给出相应的措施或建议，这一推理过程便是正反向混合推理。因此，要求财务咨询专家系统的推理机必须同时具有正向、反向和正反向混合推理的功能，即使如此，在企业财务咨询过程中，无论采用正向、反向推理，还是采用正反向混合推理，都可能遇到这样的问题，即每一规则的“与”或“或”部分不是该规则推理过程中所用到的事实或数据，而是与这一规则的条件同时产生的结论，这就要求财务咨询专家系统的推理机还必须具备层次推理的功能。综合以上企业财务咨询的特点及对推理方式的要求，财务咨询专家系统的推理机可设计为：一个包括正向推理、反向推理、正反向混合推理以及层次推理的总协调推理机系统。该推理机系统内各推理方式间不仅相互联系，而且能够单独使用，推理方式根据咨询内容的要求进行选择，并由咨询内容决定，这样不仅能克服单一推理方式的不足，而且在很大程度上提高了推理的效率。财务咨询专家系统的推理机系统如下图：

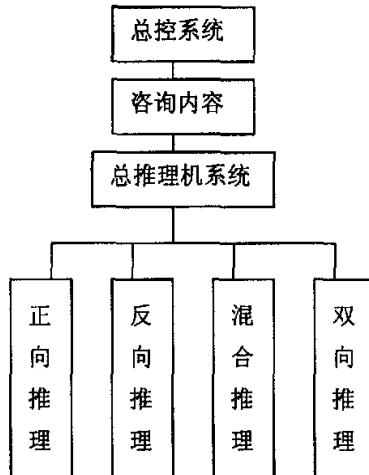


图 5-9 财务咨询专家系统的推理机系统

由于人们认识的不精确性，也由于指标以及指标所代表的事实的复杂性，造成了对用户给出的事实不能够完全断定，规则对于结论的描述也有不确定性。推理机通过建立不精确推理模型，传递可信度来处理这些不确定信息，最终推理出具有一定不确定性但却是合理的或者近乎合理的结论。

系统中知识的不确定性一般由财会专家给出，通常是一个数值，它表示相应知识的不确定性程度，取值范围在 0 到 1 之间，数值越大，说明可信度越高，反之，则越不可信。证据不确定性通常也用一个数值表示它代表相应证据的不确定性程度称之为动态强度，对于初始证据，其值由用户给出的实际值通过规则的匹配求出，对于用先前结论做为当前推理的证据其值由推理中的不确定性的传递算法得到。

5.6.1 组合证据不确定性的算法

当组合证据是多个单一证据的合取时，即：

$$E = E_1 \text{ AND } E_2 \text{ AND } \dots \text{ AND } E_n$$

若已知 $C(E_1), C(E_2), \dots, C(E_n)$ 则：

$$C(E) = \min\{C(E_1), C(E_2), \dots, C(E_n)\}$$

当组合证据是多个单一证据的析取时，即

$$E = E_1 \text{ OR } E_2 \text{ OR } \dots \text{ OR } E_n$$

若已知 $C(E_1), C(E_2), \dots, C(E_n)$ ，则

$$C(E) = \max\{C(E_1), C(E_2), \dots, C(E_n)\}$$

5.6.2 不确定性的传递算法

模型中的不确定性推理从不确定性的初试证据出发，通过运用相关的不确定性知识，最终推出结论并求出结论的可信度值。结论 H 的可信度由下式计算：

$$C(H) = C(H, E) \times C(E)$$

这说明该模型没有考虑证据为假时对结论 H 所产生的影响。另外，当证据为真即 $C(E) = 1$ 时，由上式可推出：

$$C(H) = C(H, E)$$

这说明知识中的强度 $C(H, E)$ 实际上就是在前提条件对应的证据为真时结论 H 的可信度。或者说当知识的前提条件所对应的证据存在且为真时，结论 H 有 $C(H, E)$ 大小的可信度。

5.6.3 结论不确定性的合成算法

若由多条不同知识推出了相同的结论，但可信度不同，则可用合成算法求出综合可信度。由于多条知识的综合可以通过两两的合成实现，所以只需考虑两条知识的情况。

设有下列知识：

$$\text{IF } E_1 \text{ THEN } H(C(H_1, E_1))$$

$$\text{IF } E_2 \text{ THEN } H(C(H_2, E_2))$$

则结论 H 的可信度可分如下两步算出：

1) 首先分别对每一条知识求出 $C(H)$:

$$C_1(H) = C(H, E_1) \times \max\{0, C(E_1)\}$$

$$C_2(H) = C(H, E_2) \times \max\{0, C(E_2)\}$$

2) 然后用下述公式求出 E_1 与 E_2 对 H 的综合影响所形成的可信度 $C_{1,2}(H)$:

$$C_{1,2}(H) = C_1(H) + C_2(H) - C_1(H) \times C_2(H)$$

这样通过不精确的传递及合成算法, 可以求出推理模式图上每一节点的可信度, 按照可信度的取值大小, 通过元规则的匹配可以得出每一层次的评价结论, 并通过深度优先搜索策略得到相应的解释。

5.7 知识获取程序的设计



图 5-10 知识获取界面

上图即是财务评价模块的知识获取程序的模型。财务领域的专家可以以产生式规则的形式整理出财务咨询方面的知识, 然后由知识库维护人员将这些知识以 IF, THEN 的规则形式添加到知识库并保存, 以备后边搜索时使用。

5.8 分析某企业的五种能力

表 5-2 主要指标及其实际值

指标名称	指标代码	指标实际值
销售毛利率	FE	38.38%
营业利润率	PE	14.97%
销售收益率	LE	7.22%

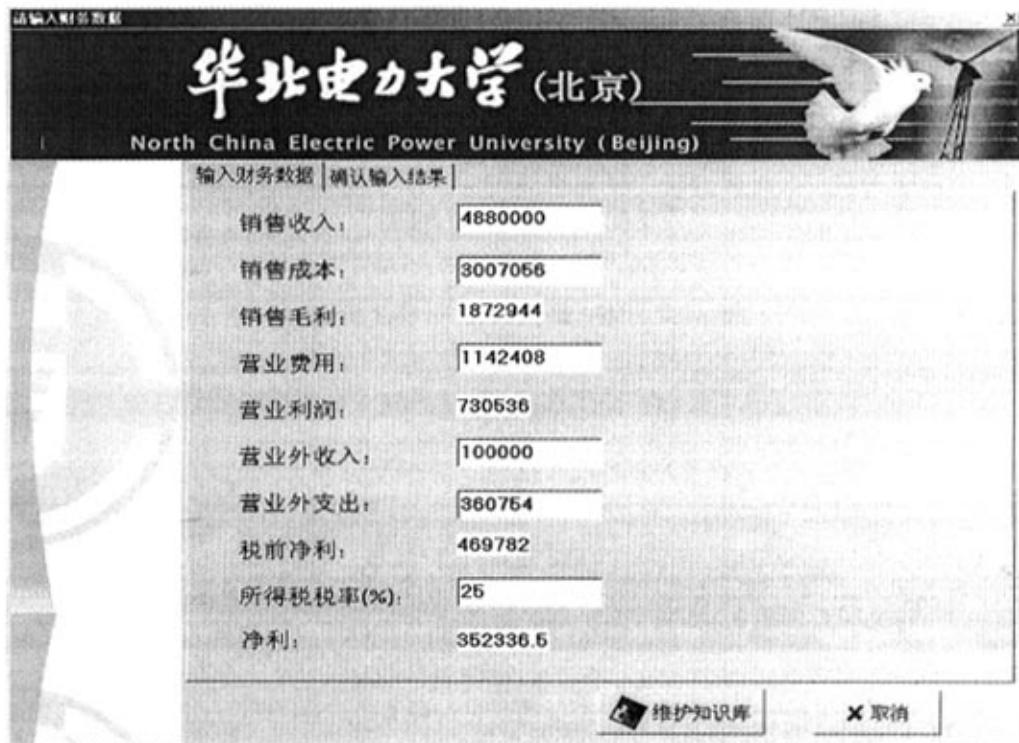


图 5-11 人机接口界面

利用企业经营业绩分析与评价模型，我们对某国有企业 1998 年的经营业绩状况进行了评价。该国有企业 1998 年部分指标如表 5.2 所示：

(1) 获利能力分析评价

参照前述标准分析评价，可得：

$$FE=5, PE=5, LE=5$$

根据获利能力规则 1 可得：

$$C_{(CR)} = 1, C_{(ZR)} = 1, C_{(NR)} = 0.8, C_{(FR)} = 1$$

可求出获利能力可信度：

$$C_{(CR)} = C_{(ZR)} \cdot a_{121} + C_{(NR)} \cdot a_{122} + C_{(FR)} \cdot a_{123} - C_{(ZR)} \cdot a_{121} \cdot C_{(NR)} \cdot a_{122} - C_{(ZR)} \cdot a_{121} \cdot C_{(FR)} \cdot a_{123} - C_{(NR)} \cdot a_{122} \cdot C_{(FR)} \cdot a_{123} +$$

$$\begin{aligned}
 & C_{(ZR)} \cdot a_{121} + C_{(NR)} \cdot a_{122} + C_{(FR)} \cdot a_{123} \\
 C_{(CN)} &= C_{(CE)} \cdot a_{11} + C_{(CR)} \cdot a_{12} + C_{(CP)} \cdot a_{13} \\
 & - C_{(CE)} \cdot a_{11} \cdot C_{(CR)} \cdot a_{12} - C_{(CE)} \cdot a_{11} \cdot C_{(CP)} \cdot a_{13} - C_{(CR)} \cdot a_{12} \cdot C_{(CP)} \cdot a_{13} \\
 & + C_{(CE)} \cdot a_{11} \cdot C_{(CR)} \cdot a_{12} \cdot C_{(CP)} \cdot a_{13} \\
 C_{(CR)} &= 1 \times 0.6 + 0.8 \times 0.8 + 1 \times 0.5 \\
 & - 0.6 \times 0.8 \times 0.8 - 0.6 \times 0.5 - 0.8 \times 0.8 \times 0.5 \\
 & + 0.6 \times 0.8 \times 0.8 \times 0.5 = 0.928 \\
 C_{(CN)} &= 1 \times 0.9 + 0.928 \times 0.7 + 0.6 \times 0.2 \\
 & - 0.9 \times 0.928 \times 0.7 - 0.9 \times 0.6 \times 0.2 - 0.928 \times 0.7 \times 0.6 \times 0.2 \\
 & + 0.9 \times 0.928 \times 0.7 \times 0.6 \times 0.2 = 0.968
 \end{aligned}$$

由推理模式图一可求出获利能力可信度 $C_{(CC)}$

$$C_{(CC)} = C_{(CN)} \cdot d = 0.968 \times 0.9 = 0.871$$

根据元规则，可知企业获利能力优秀。

调用数据库中过程信息，可以作出简单解释：

该企业经营活动创利能力优秀，主要原因是：经营活动流转结构合理，经营管理水平高，成本控制的好，税负承担能力强，产品有良好的市场需求。

企业运用全部资产获利能力优秀，自有资本获取收益能力良好，对债权人、投资人保证能力较高，企业成本费用控制能力优秀，但自有资本保全状况一般，所有者权益增长速度处于行业平均水平。

企业收益质量良好，当期变现能力强。增加了获利能力。



图 5-12 确认用户输入结果界面

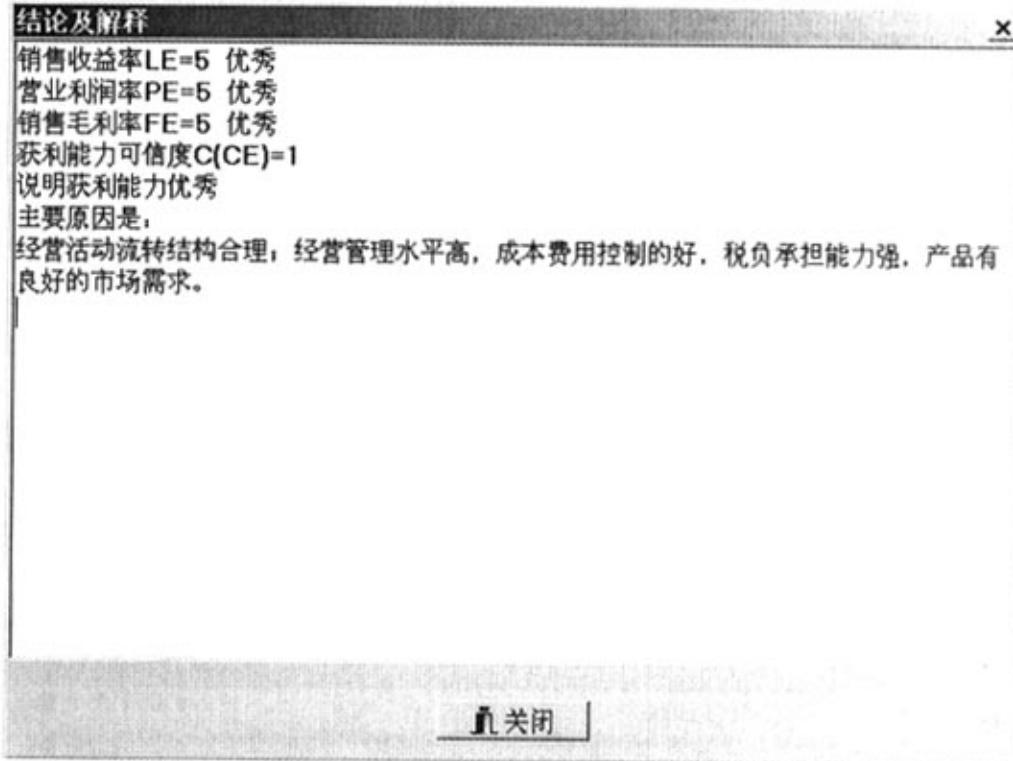


图 5-13 解释界面

(2) 偿债能力分析评价 (略)

偿债能力的可信度为：

$$C_{(LP)} = 0.835$$

根据元规则，可知企业的偿债能力优秀。偿债能力优秀的主要原因在于企业具有较强的短期、长期偿债能力。

(3) 运营能力分析评价

营运能力的可信度 $C_{(CW)}$ 为

$$C_{(CW)} = 0.624$$

可以看出企业营运能力优良。但可信度偏低，主要是由于流动资产营运能力偏低所致。

(4) 抗风险能力分析评价

经营风险抵抗能力总的可信度 $C_{(JR)}$

$$C_{(JR)} = 0.884$$

根据元规则，企业经营风险抵抗能力优秀。主要原因在于：企业领导班子学识、能力、业绩一般，但主要领导基本称职，主要决策基本正确；主要产品质量均达到国家先进标准，拥有国内名牌，国内市场占有率居同行业前茅，市场前景良好；企业在行业或区域具有综合影响力，销售收入或资产总额居全国同行业前列，经营管理经验十分先进；虽企业发展目标和方向不十分明确，但现有经营策略基本能使企业维持下去。

财务风险抵抗能力总的可信度 $C_{(CF)}$ 为：

$$C_{(CF)} = 0.849$$

由元规则可知企业抵抗财务风险能力优秀，主要原因是：虽然营业收入对净利润保障程度处于同行业平均水平，企业自由资本在总资本中所占比重较小，财务杠杆作用加大，增加了财务风险，但企业财务结构安定性较好，自由资本比率逐年提高，偿还债务有保障，抗风险能力得以加强，企业偿还流动负债能力较强，财务风险减少，抗风险能力较强。

由推理模式图一可得出抗风险能力可信度 $C_{(FX)}$

$$C_{(FX)} = 0.738$$

说明企业抗风险能力良好，主要原因是企业财务风险、经营风险可信度都处于良好优秀的边缘，也说明企业风险受多种不确定因素的影响。

(5) 发展能力分析评价

发展能力可信度 $C_{(FN)}$

$$C_{(FN)} = 0.836$$

根据元规则，说明企业发展能力优秀，它是年度发展能力和技术发展能力共同的结果。

(6) 综合分析评价

以上对五个能力分别进行了分析评价，最后根据推理模式图一对企业总的经营状况作一整体评价。

$$C(H) = 0.949$$

说明企业经营业绩状况优秀，在同行业中出于领先地位。其主要原因是企业的获利能力、偿债能力，发展能力均优秀，而营运能力，抗风险能力为优良，经营能力比较全面，综合能力相对而言较高。

实证分析结果显示与常规分析评价方法、功效系数法等结论基本一致。初步验证了该专家系统的科学性，可行性和可靠性。

5.9 综述财务咨询专家系统

财务咨询专家系统的总体指导思想是由专家制定标准值，并将其存放在数据库中，它是用以衡量企业经营成果的尺度，同时在知识库中存储知识，知识以“IF…THEN…”的形式存在，同时每条知识对应相应的解释。当用户进入评价体系后，按照系统的提示，将系统所需的数据输入进去，此时，用户输入的是指标的实际值，系统将用户输入的财务数据自动转化成标准值，即系统可以识别的数值。然后系统自动在知识库中进行搜索，查找出用户输入数据所形成的标准值符合 IF 条件的规则知识，如果查找到符合条件的规则，则将可信度给出，根据可信度的等级，可对企业五种能力进行评价是“优秀”或“良好”，同时给出对应的解释；如果查不到相应的规则，则提示用户是否输入了正确的财务数据，或添加一条规则。对于后者，本论文没有做为考虑的内容。

财务咨询专家系统比较常规财务分析和其他评价系统具有以下特点：

(1) 该系统将财务分析与企业五力有机地结合在一起，既弥补了单纯财务分析难以对企业进行综合评价，得出综合结论的不足；又解决了评价体系从综合“分”上看出企业存在的具体问题以及产生问题的结症的难题。该系统既可分析又能评价，是财务分析与评价的综合，又是二者的深化和提高。

(2) 该系统指标涵盖面宽，层次丰富，能准确客观的评价企业的实际业绩。同时该系统广泛吸取了众多财会专家的经验和智慧，使系统具有人工智能，能更加客观公正的评判企业，而且系统所提示的存在问题及其原因可为企业改进企业管理提供帮助。

(3) 从技术上较好地解决了各个指标之间的相关性和定性指标的量化问题，提高了分析评价的可信度和准确性。

(4) 该系统操作简便，已经做出的对于获利能力评价方面的用户界面友好，它不要求使用者具有高深的专业知识或计算机应用能力，具有可操作性强，容易推

广应用的特点。而且该系统可满足不同使用主体的需要，从而消除了由于评价主体的不一致而造成的主管评价的差异，使分析评价更加客观公正。

(5) 该系统具有良好的扩充性。其具有良好的学习功能，能够不断丰富，调整用于分析评价的知识，规则，克服了静态系统适应性差的缺点，实现了适时监控的功能。

但是本论文所做的财务咨询专家系统模型依然存在着诸多不之处。另外，对可信度的计算过程仍需要人工算出等等。

最后，应说明的是，无论是何方面的专家系统虽然具有了人工智能的特点，但对人做出决策只是起到辅助的作用，毕竟不能完全取代人的经验和智慧。因此，对于企业的实际情况，还应当结合具体情况具体分析。

第六章 结束语

6.1 论文的主要研究成果

将财务数据载入到专家系统中进行研究，从而为用户提供咨询服务是一个很大的系统性的课题，不可能由一个人或者两个人在较短时间内完成，其需要较多的财务专家，计算机专家等多个领域人士的共同参与，才能建立一个完善的具有实际应用价值的专家系统。由于本人研究时间和精力有限，所以在本论文中，并没有将所有情况都涉及到，本论文主要研究成果归结起来有以下几个方面：

1 对于财务咨询理论做出了简单的研究，由于此方面理论的研究尚处于起步阶段，所有本论文中对此大部分是归纳整理方面的工作。2 我国对于专家系统的研究尚处于初级阶段，所以本文中除了对现有专家系统相关成果的总结归纳之外，对其研究部分略有延伸。3 对专家系同工作原理的研究，尤其是对知识的产生式表示方法进行了详细的解释。4 建立了财务咨询专家系统的大体框架，并对财务五种能力的评价进行了理论上的验证，其中将企业获利能力评价进行了程序上的验证。

6.2 尚待进一步研究的问题

本论文对于财务咨询方面专家系统的研究与开发工作来说，不管从研究的深度和广度讲都只是冰山之一角。专家系统在财务方面的应用前景是无法估量的，但有一点是可以肯定的：随着财务任务、经济环境、竞争环境、法律环境等方面的变化，财务专家系统在对事务进行优化方面变得更加重要。本人认为后续研究工作主要体现在以下几个方面：

1 专家系统技术应该开发合适的财务工具来及时方便的完善与现行会计准则的协调和财务工作程序的开发，即开发出面向专家的接口，使专家能够随时对知识库进行扩充和完善；2 财务咨询专家系统与现有的财务软件和决策支持系统整合来解决更加复杂的问题；3 解释性的辅助工具应该随着权威声明的增加而增加，大多数专家系统解决的是单个会计问题，随着专家系统的发展，应该可以解释复杂综合性的会计问题。

希望以此论文来引起有兴趣者进行进一步深入的研究目前。西方发达国家已经有不少关于专家系统方面的成果与经验，我们在对其研究与探索过程中，可以适当借鉴，以期加快进程，尽快取得显著成效。同时，本人建议在某些有条件的高校，可以根据实际情况培养具有专业财务知识和专业计算机知识的复合型人才为我国财务方面专家系统的研究工作提供后备力量。

参考文献

- [1] 郑丽敏. 人工智能与专家系统原理及其应用. 北京: 中国农业大学出版社, 2004, 20~24, 147~154, 247~254
- [2] 廉师友. 人工智能导论(第二版). 西安: 西安电子科技大学出版社, 2002, 23~56
- [5] 张剑平. 关于人工智能教育的思考.《电化教育研究》, 2003 第 1 期, 1~5
- [3] 张仰森, 黄改娟. 人工智能实用教程. 北京: 希望电子出版社, 2002, 56~63
- [4] 王申康. 专家系统的结构和应用. 浙江: 浙江大学出版社, 1994, 12~20
- [5] 黄可鸣. 专家系统. 江苏: 东南大学出版社, 1991, 1~3
- [6] 施鸿宝, 王秋荷. 专家系统. 西安: 西安交通大学出版社, 1990, 21~27
- [7] 石纯一. 专家系统原理与实践. 北京: 清华大学出版社, 1988, 43~48
- [8] 欧阳光中, 项红周. 财务报表分析. 上海: 复旦大学出版社, 2000, 93~153
- [9] 张中秀. 会计报表的阅读与分析. 北京: 企业管理出版社, 1999, 205~208
- [10] 李宝仁. 计量经济学. 北京: 中国财政经济出版社, 2002, 13~47
- [11] 田美蕙. 会计报表实务. 北京: 中国人民大学出版社, 2004, 219~311
- [12] 李凡. 专家系统中的不确定性. 北京: 气象出版社, 1992, 104~123
- [13] 吴泉源, 刘江宁等. 人工智能与专家系统. 北京: 国防科技大学出版社, 1995, 215~267
- [14] 武波, 马玉祥. 专家系统. 北京: 北京理工大学出版社, 2001, 132~135
- [15] 刘有才, 刘增良. 模糊专家系统原理与设计. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1995, 2~14
- [16] 王耀南. 智能信息处理技术. 北京: 高等教育出版社, 2003, 312~345
- [17] M.E.Yahia, R.Mahmod etc. Rough Neural Expert System. Expert System with application, 2000.18, 43~35
- [18] Joesph Giarratano. Expert Systems Principles and Programming. 机械工业出版社, 2000, 55~121
- [19] Antoni Liguzat. Toward Logical Analysis of Tabular Rule-Based Systems. Institute of Automatics AGH, 2000, 216~233
- [20] Theresa Beaubouef etc. Fuzzy Rough Set Technique for Uncertainty Processing in Relational Database [J]. International Journal of Intelligent System, 2000(5), 16~56
- [21] John F. Sowa. Conceptual Structure. UK: ADDISON_welsley, 1984, 97~120
- [22] Wang Daoping etc. Study on the Classification and Disposal of Uncertain Knowledge in Intelligent Fault Diagnosis Systems, hefei P.R.China, 2000, 10~133

- [23]Joseph Giarratano, Gary Riley.专家系统原理与编程.北京：机械工业出版社，2000，1~3
- [24]Tom M,Mitchecc.Machine Learning.北京：机械工业出版社，2002，23~25
- [25]Guus Schreiber.Knowledge Engineering and Management.北京：机械工业出版社，2002，22~43
- [26]Kim Caputo.CMM Implementation Guide.北京，机械工业出版社，2004，109~128
- [27] Frank Bushchmanon etc. Pattern-Oriented Software Architecture Volume1: A System of Patterns.北京：机械工业出版社，2000，325~388
- [28] Roger S, Pressman.Software Engineering a Practitioner's Approach (Fifth Edition) .北京：机械工业出版社，2002，13~24
- [29]Harrison.Horngren.Financial Accounting(Fourth Edition) .北京：清华大学出版社，2001，78~88
- [30]Charles T,Horngren,Gray L.Sududem etc.Management Accounting.北京：清华大学出版社，2001，65~73

致 谢

本论文是在导师李乐明副教授的悉心指导下完成的。从选题到结构框架，从逻辑思路到观点形成，都是在导师的反复推敲下最终确定的，论文凝聚了李老师难以计量的心血和汗水。李老师为人正直，待人和蔼、治学严谨，在导师的教导下，我在学术、科研方面学到了许多有用的东西。同时，他给我们提供的参与财务、会计方面科研项目的机会，让我们学到了许多课本上学不到的知识。导师在学习，生活上给予我的诸多教诲，我将受益终身。

在历时一年的论文写作过程中，得到了我的母校华北电力大学的各位老师和同学的支持和帮助，他们无私的为我的论文提出了许多宝贵的意见和建议，在此向他们表示由衷地感谢！

在过去的半年中，我在中国科学院高能物理研究所财务处实习，处长刘焕亮、副处长杨明婕和许多同事为我论文的完成工作也提供了许多便利条件，在此我向他们表达我衷心的感谢！

另外，我要特别感谢我的父母和亲人，他们对我学习、生活上的支持与关怀，给了我莫大的鼓舞。他们的恩情是我此生都难以报答的。

在今后的学习和工作中，我将倍加努力，以优异的成绩来报答所有关心我和帮助过我的人们！