

智能型财务报表分析专家系统的设计与实现

武 凌,周森鑫,王 浩,张雪东

(安徽财经大学 管理科学与工程学院,安徽 蚌埠 233030)

摘 要:传统的财务报表分析专家系统运作模式存在过于僵化、缺乏弹性与自我学习能力、产生的结果难以涵盖所有情况等问题,针对以上问题对传统的财务报表分析专家系统进行改进,在知识表达方式上采用框架式以及本体论知识表达法取代传统的规则式知识表达法;知识框架规则采用模糊逻辑表达式,有效处理决策环境中的不确定性;在知识库完整性方面增加了知识库扩充机制。介绍了系统的设计思想和实现机制,对系统进行了绩效评估和知识库评估,验证了在导入模糊逻辑以及本体论后,能够有效地增加系统执行效率,降低知识库建立与维护的复杂度。

关键词:财务报表;专家系统;知识库;框架式知识表达法;本体论知识表达法

中图分类号:TP39

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)08-0185-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.08.047

Design and Implementation of Intelligent Financial Statement Analyzing Expert System

WU Ling, ZHOU Sen-xin, WANG Hao, ZHANG Xue-dong

(College of Management Science and Engineering, Anhui University of Finance & Economics,
Bengbu 233030, China)

Abstract: The traditional financial statement analyzing expert system has the disadvantages of lacking flexibility, self-learning, domain knowledge presenting and sufficient outputs. Aiming at the above-mentioned problems, improve the traditional financial statement expert system. The frame type and ontology knowledge representation method in knowledge expression is used to replace the traditional rules of knowledge expression method. The fuzzy logical expression is used in knowledge rule framework, effectively dealing with uncertainty in decision-making environment. In the knowledge base completeness add the knowledge base expansion mechanism. Introduce the design thoughts and implementation of the system and evaluate the performance and knowledge base. Results demonstrate the validity of the fuzzy logic and ontology which enhances system efficiency and reduces development and maintenance complexity.

Key words: financial statement; expert system; knowledge base; frame-based knowledge representation; ontology-based knowledge representation

0 引 言

专家系统知识库的组成主要以规则与事实为主,推理机制按照规则进行推理,大多数的结果只具备唯一性,利用这种方法来描述知识与构建知识库难以表达大范围的领域知识^[1]。就财务报表分析知识的专业性与复杂性而言,若以规则为基础的知识表达法构建知识库,往往无法适当地将其结构化,致使设计出来的知识库结构较为松散凌乱。此外,为了使推理引擎能正确地运行,必须加入与财务报表分析决策过程无关的规则或知识,知识库更缺乏结构性,造成知识的表达过于杂乱无章,这种困扰对进行知识库的维护更增添

障碍。

文中结合框架式与本体论知识表达法,从知识库改善、知识表达、系统开发以及自我学习机制等角度对传统的财务报表分析专家系统进行改进,充分描述财务报表分析领域知识并以此为核心构建智能型财务报表分析专家系统。

1 相关技术探讨

1.1 财务报表分析专家系统

财务报表分析是一项含有复杂知识的非结构性工作,其知识内容涉及企业财务报表的众多会计科目以

收稿日期:2012-10-02

修回日期:2013-01-07

网络出版时间:2013-04-08

基金项目:安徽省高等学校省级自然科学基金项目(KJ2012B001)

作者简介:武 凌(1977-),男,讲师,硕士,主研方向为计算机网络与管理信息系统。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20130408.1709.054.html>

及各项衡量企业营运绩效与财务状况的财务比率。一直以来,都有研究者讨论如何构建财务报表分析专家系统。财务金融与会计领域方面的专家系统应用于 20 世纪 80 年代中期。在财务分析应用方面,R. Pacheco 等人^[2]指出财务人员主要是应用归纳与演绎两种策略来进行分析,因此他们的系统——Hybrid Intelligent System 结合了类神经网络与模糊逻辑两个模块。由 N. F. Matsatsinis 等人^[3]所开发的 FINEVA 多准则决策支持系统,结合了统计多变量分析、UTASTAR 多准则分析法与专家系统技术来评估一家公司的整体财务状况。文献[4,5]按照专家系统的构建原理及步骤,建立了以财务数据为基础的专家系统的知识库体系、数据库体系和推理机体系。财务分析系统通常还具有预警功能,文献[6]从分析财务预警问题的特点出发,融合了智能软计算的多种方法建立完整的预测模型。文献[7]利用人工神经网络在建立财务预警模型方面优于其他线性和回归模型的特点,基于 B-P 模型构建了一个新的混合财务预警模型。

现有的财务金融与会计专家系统多以推导规则为知识表达方式,在目前的应用上最大的缺陷是无法建立完整的领域知识架构,所以造成推论出来的结果有限。以 R. Pacheco 等人开发的财报分析系统为例:他们事先定义了三种问题(流动性、负债能力与获利能力)以及各自相关的可能成因,使用者在输入财务比率数值后,通过规则进行分析判断。然而财报分析的知识内涵是复杂的,有时无法仅归类于一种问题,例如代表获利能力的股东权益报酬率,经公式分解后,得知可从三个方面改善:同属获利能力的净利率、表示经营能力的总资产周转率与代表长期偿债能力的权益乘数,而它们分属三种问题类别,但由于知识表达方式的限制,致使该系统无法推论出进一步的原因与结果。至于 FINEVA 系统,其知识库全部由规则所构建,仅仅使用规则构建知识内容的限制在于,当领域知识与控制规则、推论规则结合在一起时,便难以促成知识的分享与再使用。由此可见,传统的财管专家系统仍具有相当程度的改善空间。文献[8]针对传统专家系统缺乏对海量知识的高效管理能力,利用数据库技术提出一种新的专家系统

模型,摆脱了对专家系统开发工具的依赖,对规则、事实数据可以进行方便管理。Ljubica Nedovic 与 Vladan Devedzic 则进行了一项横断面(Cross-Section)的研究^[9],根据五个个案系统探讨财管专家系统所采用的技术、工具、方法以及开发过程中所遭遇到的问题等,他们指出,目前的技术仍以规则式专家系统为主,并预期财管专家系统未来将朝向智能型系统发展。作为描述领域专家知识的知识库是整个专家系统的核心,也是一个专家系统能否成功的关键因素^[10]。

1.2 知识表达法

规则式知识表达法发展至今已被广泛采用,但是本身具有诸多缺点,因此新的知识表达法陆续被提出,如以面向对象为基础的框架式知识表达法以及以本体论为主要架构的本体论知识表达法。一些研究通过将本体引入财务管理领域^[11,12],可以理清该领域的知识结构,有助于财管领域与各领域进行融合,方便知识的重用和交互。

1.3 信息检索

信息检索时数据库扮演的角色大多为索引表,主要内容为文章所有关键字的地址,进行检索时系统先在索引表中取得使用者搜寻的字词的地址再将拥有搜寻字词的文章加以呈现,检索前需要对文章(文件)进行前置处理,其流程如图 1 所示^[13]。

2 智能型财务报表分析专家系统设计

系统设计思想如图 2 所示,知识获取过程由知识

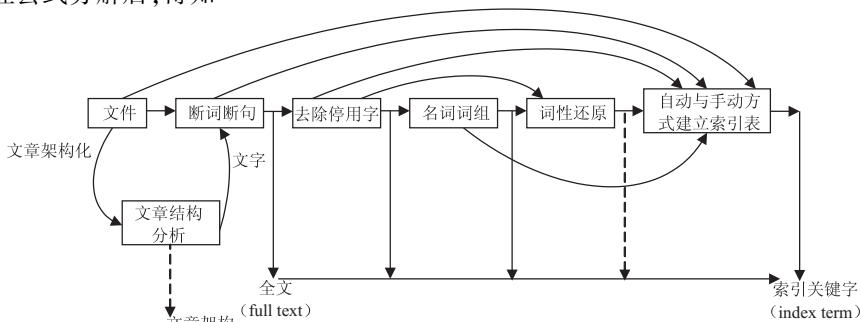


图 1 文章前置处理流程

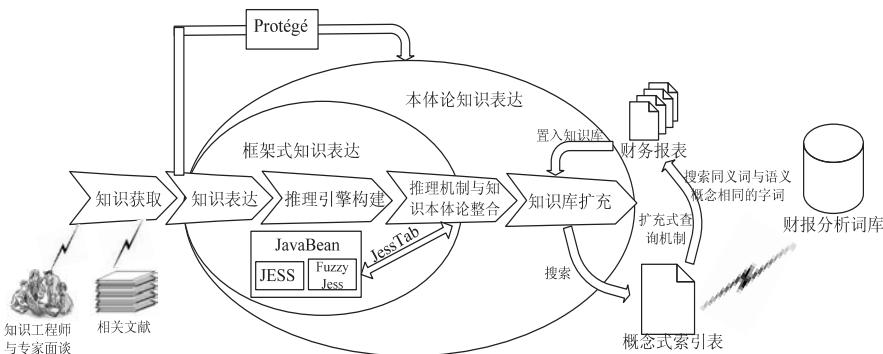


图 2 系统设计思想

工程师与专家面谈并阅读相关文献,归纳评估项目与变量,组织知识框架,对评估变量进行分类,最后由领域专家定义财报分析规则并通过模糊逻辑予以模糊化。知识表达部分以框架式知识表达法为基础,再导入本体论的概念完整地表达财报分析知识,以完成知识库的构建。知识推理机制与本体论构建部分,以先前完成的知识库为推理机制的依据,将两者建立沟通完成整合。知识库扩充部分利用信息检索技术将财报中与知识库内部财报分析专有名词在语义和概念上相似的字词检索出来,再置入知识库中进行知识建模,通过这种机制提供系统自我学习能力。

2.1 财报分析知识获取

知识获取分为三个阶段,第一阶段界定评估企业财务体质所需分析的问题分类以及解决各问题必须使用哪些评估项目与评估变量。第二阶段建立知识框架关联性和属性分类,完成评估变量的分类。第三阶段探索专家解决问题的过程与线索,在分析过程中为各个评估变量定义评估标准,并完成模糊语意的定义、归属函数与模糊规则的制定。

2.2 财报分析知识表达

对获取的专家知识进行知识建模,首先以框架式知识表达法描述领域知识的层次关系。若仅以框架式表达领域知识虽然能显现知识的结构性,但是仍有诸多缺陷,因为框架式知识表达法完全以面向对象的概念与特性作为知识表达架构,如果从知识更新与维护角度而言,一旦知识类别与属性定义完成,日后难以进行修改与更新,所以知识表达功能仍稍有不足,而且与人类的思维仍有落差。因此将现有的框架式知识表达与本体论知识表达加以整合。首先对构建完成的框架式知识库进行分析,再以此为基础进入本体论知识表达阶段,将分析完成的知识概念导入本体论并加以扩充,再通过知识框架间的关联性和模糊规则表达知识概念间的关系、知识概念本身所代表的情况、属性或专有名词间的逻辑关系、范围与性质。本体论知识表达实现平台采用 Protégé 的本体论知识模块。

2.3 建立财报分析知识推理机制

将已完成的框架式知识表达作为推理机制的依据,主要由模糊规则、知识类别描述以及知识类别实体化组成。采用支持 Rete 算法的 JESS 作为推理机制工具,模糊规则撰写部分采用由 JESS 延伸而来的 Fuzzy Jess。各个知识类别的结构利用 Java Bean 设计完成,然后将模糊规则置入所属的类别中,再利用 JESS 描述各个知识类别以及实体化,此时可开始接收使用者输入的数据,JESS 再用相关的指令将数据分别传递至各个对象进行模糊

推理。

2.4 知识本体论与推理机制的沟通

本体论及知识建模开发环境与其他问题求解软件结合是智能型系统发展与应用的关键成功因素之一^[14],这一阶段主要任务在于将领域知识本体论以及推理机制整合并构建沟通平台。采用 Eriksson 开发的 JessTab 作为两者沟通的桥梁。Protégé 最大的优点在于可通过插件扩充功能^[15],JessTab 作为 Protégé 的插件成功地整合 Jess 与 Protégé。

2.5 财报分析知识库扩充

财报分析领域的专有名词中由于翻译和习惯的差异,产生许多同义词,若仅以关键词为基础进行检索,难以找出与关键词在知识上相近的文字,无法实现知识库的扩充和系统自我学习能力,因此系统结合了文件前置处理流程和扩充式查询检索,有利于知识建模与知识库的完整性,进而提供系统自我学习能力的机制。整个过程分成三个阶段,分别为建立词库、文件前置处理、知识搜寻与知识库扩充。

3 智能型财务报表分析专家系统实现

3.1 系统架构

图3为智能型财报分析专家系统架构图。在系统架构与设计上,采用开放式平台和元件化设计原理,结合 Java 交互式运算模式与 JESS 推理机制的开发工具。采用框架式与本体论知识表达法充分表达财务报表分析领域知识,并利用 JessTab 提供的方法和功能将二种知识表达法建立的知识库加以整合,有利于知识库管理与更新同步化。由于财报分析各个方面评估结果随着使用者认知的不同而稍有差异,因此采用模糊规则实现更精确以及口语化的推理结果。

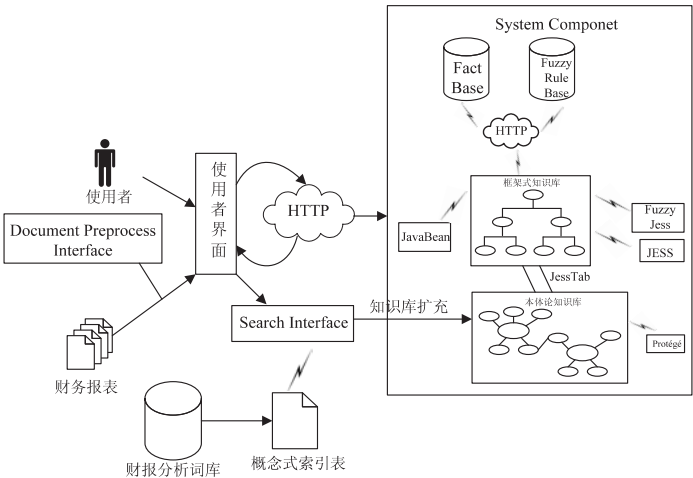


图3 智能型财报分析专家系统架构

使用者操作界面分为两种模式,一种模式为使用者可针对十三个主要的财务比率进行数据输入,完成后系统即进入推理运算。另一种模式为系统读取财务

报表,对报表内容以及概念式索引表进行分析、比对,针对财务比率以及会计科目间的知识、概念、同义字关系构建出知识本体论,再置入本体论知识库中,并搭配框架式推理架构对报表中的数据进行推理、运算产生最后结果。使用者界面与索引表搜寻界面采用 JSP 设计,使用者通过 Web 浏览器即可使用系统。

3.2 领域知识获取

首先知识工程师准备了具有高度结构性的问题与领域专家通过问答方式进行面谈,最终采用流动比率、净营业周期、销售增长率、股东权益占资产比率、长期资金占固定资产比率、利息保障倍数、销售报酬率、总资产报酬率、股东权益报酬率、总资产周转率、应收账款周转率、存货周转率、固定资产周转率等十三个财务比率作为评估企业财务体质的变量。

十三个财务比率依照其代表的知识与意义分成短期偿债能力、长期偿债能力、获利能力、经营能力四类,其中短期偿债能力与长期偿债能力可归为偿债能力,获利能力与经营能力可归为经营绩效,领域专家认为偿债能力和经营绩效在评估企业财务体质时为主要的两大项目,因此二者又归为企业财务体质类。表 1 给出了文中采用的十三个财务比率的含义及类别,图 4 给出了采用这十三个财务比率评估财务体质的流程。

表 1 十三个财务比率的含义及类别

评价方面	财务比率
短期偿债能力 short-term liquidity, SL	1. 流动比率 current ratio, CR
	2. 净营业周期 net operation cycle, NOC
	3. 销售增长率 sales growth rate, S
长期偿债能力 long-term solvency, LS	4. 股东权益占资产比率 equity to asset ratio, ETA
	5. 长期资金占固定资产比率 long-term fund to fixed asset ration, LFTA
	6. 利息保障倍数 times interest earned, TIE
经营能力 Utility, U	7. 总资产周转率 total asset turnover, TATO
	8. 应收账款周转率 accounting receivable turnover, ARTO
	9. 存货周转率 inventory turnover, INVTO
	10. 固定资产周转率 fixed asset turnover, FATO
获利能力 profitability, P	11. 销售报酬率 return on sales, ROS
	12. 总资产报酬率 return on asset, ROA
	13. 股东权益报酬率 return on equity, ROE

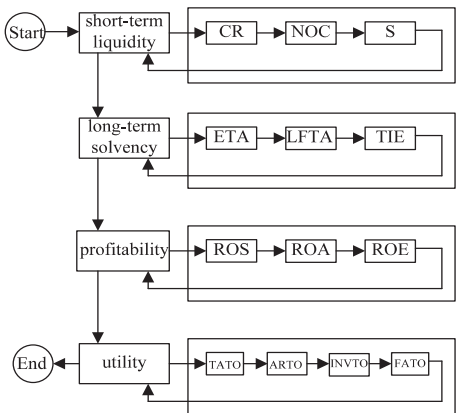


图 4 采用财务比率评估财务体质的流程

3.3 财务体质知识框架

为了构建框架式知识库,研究人员与专家必须确定解决问题的目标(财务体质)及次目标(短期偿债能力、长期偿债能力、获利能力与经营能力),以及各次目标之间的主从关系。以短期偿债能力为例,若 CR 为差,NO C 也为差,则短期偿债能力必为差;若 NO C 为佳,则需进一步分析 S,若 S 为佳,则短期偿债能力为尚可。长期偿债能力、获利能力与经营能力的评估流程也依此类推。在确定解决问题目标、次目标及其主从关系后,知识工程师便可将其转换为框架式的知识表现。

由于评估财务体质难以采用量化的方式,而且评估的准则较偏主观,考虑到评估的精确性,文中导入模糊规则并分别置入知识框架中,作为各框架属性的推理依据。在构建模糊规则时,采用了李克特量表作为模糊语义的依据,将各财务比率、评估项目以及财务体质分为佳、稍佳、尚可、稍差、差共五个等级,再经过领域专家对各项评估变量的特性决定归属函数和模糊集合。以流动比率为例,流动比率越高代表该公司偿还流动负债能力越高,对于短期债权人越有保障,因此流动比率与评估结果呈正相关。

3.4 财报分析知识本体论

财务报表分析知识组成架构是由众多的会计科目通过公式运算取得财务比率,再通过特定知识获取方法将众多的财务比率结合成的几个评估项目构成,每一部分彼此具备特定的关联性,文中遵循此架构分析出会计科目、财务比率、评估项目的知识内容,利用知识语义网络图呈现彼此间的知识关联性,如图 5 所示。

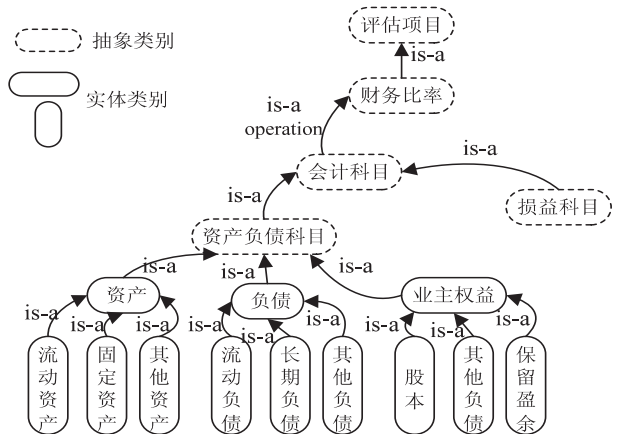


图 5 财报分析领域知识语义网络图

图中矩形代表各个知识概念类别,越往上层的知识类别越具有意义,以虚线条表示,越往下层的知识类别抽象程度较低称为实体类别,以实线条表示。类别之间的关系以箭头表示,每个箭头上关系名称说明彼此的关联性, is-a 代表类别间继承的主从关系, operation 表示该类别必须通过特定的公式进行运算才可取

得箭头尾端的类别,由于财务比率是由多项会计科目组成,因此图中财务比率知识类别的箭头并无直接连接到任何一个会计科目类别,表示彼此之间的多重关系。由于会计科目又可再细分成多个会计科目,产生多个知识类别,如流动资产细分成现金、约当现金、应收账款、应收票据、存货等多个子类别,因此越往底层的会计科目多且广,而且随着企业从事的产业类型的不同,又可产生不同的知识类别,为此在构建领域知识本体论时,文中遵循上述的架构。

领域知识本体论构建分为两个阶段,首先由既有的框架式知识库,以财报分析七个评估方面和财务比率为基础初步完成本体论构建。第二阶段是以会计科目相关数据获取,以及与财务比率、其他会计科目之间的知识关联性为依据加以构建,首先系统读取财务报表并将其处理成固定格式,通过本身的格式取得该会计科目与其他会计科目的知识关联性,再搭配财报分析词库与概念式索引表辅助取得会计科目本身同义字词,置入 Protégé 本体论知识库模块内,并把财务比率及会计科目建立成不同的类别并加以描述,完成知识库扩充机制的构建。

完成知识类别结构表达与呈现后,系统依此本体论架构进行推理运作,首先将各个知识类别进行实体化,针对该类别运作的内容实体化成各个实例,并针对本身的中文同义字、计算公式、该类别的上下界以及其他相关资料加以表述,同时系统在进行推理时产生的推理结果也会同步更新于该实例中。以净营业周期知识类别为例,首先将其实体化名称为净营业周期评估,描述内容包含净营业周期评估结果、净营业周期计算公式、净营业周期中文同义字、净营业周期上界下界,同时也涵盖继承父类别实体化后拥有的资料,净营业周期为短期偿债能力的子类别,短期偿债能力继承于偿债能力,偿债能力又继承于企业财务体质,因此该实例涵盖企业财务体质中文同义字、企业财务体质评估结果、偿债能力中文同义字及其评估结果、短期偿债能力评估结果。

4 结束语

文中提出一种结合框架式与本体论的概念进行智能型财报分析专家系统的设计方法,通过一连串的知识建模过程完整表达财报分析领域知识,并有效辅助财报专家评估企业财务体质,改善现有此类智能型系统在知识表达、系统部署、推理架构方面的不足。以智能型系统发展趋势而言,倾向于以超媒体智能型系统的互动方式运行,而文中构建的系统推理过程及评估

结果仍为静态的文字方式,是未来拓展的方向之一。在进行知识获取与知识表达阶段时,发现少数几个财务比率或会计科目的计算公式以及包含项目,随着公司的产业不同而有所差异,如一般产业、金融业、寿险业、证券业,文中仅以一般产业为主,因此知识表达的完整度仍有提升的空间。

参考文献:

- [1] Lin Y T, Tseng S S, Tsai Chi-Feng. Design and implementation of new object-oriented rule base management system[J]. Expert Systems with Applications, 2003, 25(3): 369-385.
- [2] Pacheco R, Martins A, Barcia R M, et al. A Hybrid Intelligent System Applied to Financial Statement Analysis [C]//Proceedings of the Fifth IEEE International Conference on Fuzzy Systems. New Orleans, LA, USA: [s. n.], 1996: 1007-1012.
- [3] Matsatsinis N F, Doumpos M, Zopounidis C. Knowledge Acquisition and Representation for Expert Systems in the Field of Financial Analysis [J]. Expert Systems With Applications, 1997, 12(2): 247-262.
- [4] 袁利锋. 以财务数据为基础的专家系统的研究与开发 [D]. 北京: 华北电力大学, 2006.
- [5] 牛俊晓, 孟祥瑞. 基于网络数据库的专家系统在财务决策中的应用研究[J]. 科技经济市场, 2007(9): 2-3.
- [6] 王广正. 上市公司财务危机预警系统的研究[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(11): 100-102.
- [7] 曹 明, 闪四清, 梁海燕. 基于数据挖掘的财务预警模型设计与实现[J]. 计算机应用, 2006, 26(10): 2421-2424.
- [8] 谢坤武, 程业勤. 基于数据库技术专家系统的设计与实现 [J]. 湖北民族学院学报(自然科学版), 2005, 23(2): 193-196.
- [9] Nedovic L, Devedzic V. Expert systems in finance—a cross-section of the field [J]. Expert Systems with Applications, 2002, 23(1): 49-66.
- [10] Lee S, O'Keefe R M. The Effect of Knowledge Representation Schemes on Maintainability of Knowledge-based Systems [J]. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 1996, 8(1): 173-178.
- [11] 邵建利, 刘仲英. 企业会计核算领域中的信息本体研究 [J]. 计算机工程与应用, 2005, 41(4): 210-212.
- [12] 官 冰, 党德鹏. 财务管理领域本体的构建 [J]. 计算机应用与软件, 2011, 28(2): 10-13.
- [13] Baeza-Yates R, Ribeiro-Neto B. Modern information retrieval [M]. New York: ACM Press, 1999.
- [14] Eriksson H. Using JessTab to Integrate Protégé and Jess [J]. IEEE Intelligent Systems, 2003, 18(2): 43-50.
- [15] Knublauch H. An AI tool for the real world—Knowledge modeling with Protégé [EB/OL]. 2006-03-20. <http://www.java-world.com/javaworld/jw-06-2003/jw-0620-protoge.html>.

智能型财务报表分析专家系统的设计与实现

作者：[武陵](#)，[周森鑫](#)，[王浩](#)，[张雪东](#)，[WU Ling](#)，[ZHOU Sen-xin](#)，[WANG Hao](#)，[ZHANG Xue-dong](#)

作者单位：[安徽财经大学 管理科学与工程学院, 安徽 蚌埠, 233030](#)

刊名：[计算机技术与发展](#)

ISTIC

英文刊名：[Computer Technology and Development](#)

年，卷(期)：

2013(8)

本文链接：http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201308047.aspx