

文章编号:1000-582X(2004)02-0047-04

# 基于多 Agent 的地方财政风险预算编制系统的设计\*

石为人,蒋畅江,彭世强,康静

(重庆大学自动化学院,重庆 400030)

**摘要:**防范和化解财政风险,是各级政府十分关注的问题。针对地方财政风险,笔者提出对引起地方财政风险的政府负债按性质进行分类,构建4个负债 Agent,并设置协同 Agent 和其他辅助 Agent,组成多 Agent 系统;利用多个 Agent 的通讯与协作,编制地方财政风险预算。并构建了基于多 Agent 分布式计算体系结构的地方财政风险预算编制系统;研究了 Agent 的基本结构以及多 Agent 的协作机制。

**关键词:**智能体;多智能体系统;财政风险预算

**中图分类号:**TP319

**文献标识码:**A

防范和化解财政风险,是政府十分关注的问题。由于财政风险具有隐蔽性很强的显著特征,往往都是风险累积(或多种风险累加)到超出财政承受能力,无力进行有效化解时,才会显现为财政风险,进而演化为财政危机<sup>[1]</sup>。因此,建立财政风险的事先分析和监控机制是预防财政风险的关键。财政风险预算属于一种管理财政风险的财政计划,可以实现对财政风险的事先分析和管理<sup>[2]</sup>。基于对国内某市级政府财政风险实际数据分析,作者提出了基于 Multi-agent 技术的财政风险预算编制系统的设计方法。

## 1 关于 Agent 和 Multi-agent 技术

Agent,国内学者将其译为智能体,最初形成于分布式人工智能领域,虽然还没有统一确切的定义,但大多数研究者认为,Agent 是一种具有知识、目标和能力,并能单独或在人的少许指导下进行推理决策的能动实体。通常人们研究的都是多 Agent 系统意义下的 Agent,Agent 将推理和知识表示结合起来,在创建智能系统、模拟智能行为中起到了很重要的作用。单个 Agent 主要用于模拟人的智能行为<sup>[3]</sup>,而多 Agent 系统则是以模拟人类社会系统为最终目标,它通过多个 Agent 之间的通讯与合作形成了一个多 Agent 系统<sup>[4]</sup>。作者将多个 Agent 协同合作构成的多 Agent 系统,应用于地方财政风险预算编制。

## 2 系统需求分析与设计思想

### 2.1 系统需求分析

#### 2.1.1 政府面临的财政风险

每一种财政风险从广义上都可定义为负债。每种负债均具有以下4个特征中的2个:显性的与隐性的、直接的与或有的。

显性负债是指建立在某一法律或者合同基础之上的政府债务。当债务到期时,政府具有偿付的法定义务。

隐性负债是指政府的一种道义责任或者预期责任。这种负债不以某一法律或者合同为基础,而是产生于公众期望、政治压力和社会理解意义上的应由政府承担的任务。

直接负债是指任何情况下都会产生的责任,因而相对比较确定。根据某些特定的基本因素,可以对直接负债进行预测。直接(非或有的)负债不依赖于任何不连续的事件。

或有负债是指基于一项有可能发生的不连续事件而产生的责任。或有事项发生的可能性以及履行未来责任所需的政府支出的规模难以预测。其可能性和规模依赖于某些外部情况。

根据政府负债的性质,政府面临的财政风险可以分为以下四类:直接显性负债、直接隐性负债、或有显

\* 收稿日期:2003-09-17

基金项目:重庆市科技计划项目(7220-A-1)

作者简介:石为人(1948-),男,重庆人,重庆大学教授,主要从事智能信息处理、智能决策理论与应用、智能控制与智能管理的研究。

性负债、或有隐性负债。

### 2.1.2 国内某一市级政府财政风险的主要表现

- 1) 国企改革,大量国有企业下放该政府,形成了大量或有隐性债务;
- 2) 改革开放以来,街镇形成的巨大或有显性债务;
- 3) 乱办金融形成的巨额直接显性债务;
- 4) 进一步完善社会保障体系将会带来巨额直接隐形债务;
- 5) 实施积极财政政策形成巨额的直接显性和或有显性债务。

该市级政府面临以上所列的全部4种负债,财政风险的隐患很大。因此,急需要建立一套完整的财政风险分析与监控机制。财政风险预算编制系统不仅能对财政风险进行事先分析和监控,同时能对单项财政风险进行分析。

### 2.2 系统设计思想

智能体具有意图的性质,利用多智能体的联合意图机制可实现联合行动,从而实现分布式预测与监控<sup>[5]</sup>。将多智能体技术应用于财政风险的预测和评估,正是基于多智能体技术的这点特性。

根据财政风险的分类,构建4个智能体:直接显性负债智能体、直接隐性负债智能体、或有显性负债智能体、或有隐性负债智能体。这4个智能体分别对原始数据进行处理,做出单项财政负债的预测和评估;设置一个财政风险智能体(协同智能体),负责任务的分解和问题的求解;并设置其他辅助智能体。各智能体相互协调和通信,构成一个多智能体系统<sup>[6]</sup>。

## 3 系统设计

### 3.1 系统总体结构

系统由多种不同类型的软件 Agent 组成(图1)。包括:单项负债 Agent(直接显性负债 Agent、直接隐性负债 Agent、或有显性负债 Agent、或有隐性负债 Agent)、财政风险 Agent(协同 Agent)、通信 Agent、评估 Agent、交互 Agent。各个 Agent 功能如下:

- 1) 单项负债 Agent:负责对财政的单项负债进行预测、评估。
- 2) 财政风险 Agent:分解任务给各单项负债 Agent;由各单项负债 Agent 报送的信息,对财政风险进行整体预测、评估;编制财政风险预算。
- 3) 评估 Agent:负责对财政风险 Agent 报送的财政风险信息进行评估,并对专家意见做出反应。
- 4) 交互 Agent:负责专家与系统之间的信息交流。
- 5) 信息 Agent:负责信息的提取、收集、整理,并及时提供其他 Agent。

时提供其他 Agent。

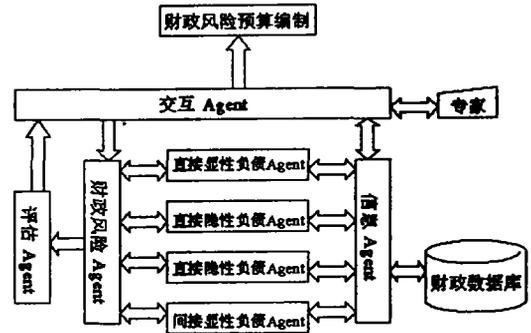


图1 系统总体结构

### 3.2 财政风险预算编制过程

多 Agent 的财政风险预算编制过程是一个人(专家)机合作的过程,其内容主要包括:

- 1) 专家通过交互 Agent 将需要求解的问题(总体财政风险分析或单项财政风险分析)输入给系统,并尽可能提供关于该问题的一些定性、定量信息;
- 2) 交互 Agent 通过与财政风险 Agent(协同 Agent)通讯,使它得知需要求解的问题;
- 3) 财政风险 Agent 根据待求解问题、自身能力以及信息获取的难易程度等方面确定是否接受任务;
- 4) 财政风险 Agent 接受任务后将任务进行分解,并分配给各单项负债 Agent;
- 5) 各单项负债 Agent 通过与信息 Agent 通讯,获得所需信息,然后进行各单项负债分析、度量,并将结果送给财政风险 Agent;
- 6) 财政风险 Agent 根据各单项负债分析结果,对求解问题做出解答,并将结果送给评估 Agent;
- 7) 评估 Agent 依据一定的原则进行评估,然后将求解问题答案和评估结果送至交互 Agent;
- 8) 专家根据交互 Agent 提供的求解问题答案和评估结果,结合自己的经验决定是否接受答案和编制财政风险预算。如果接受,交互 Agent 将结果送至财政风险预算编制模块进行财政风险预算编制;如果不接受,可在增大信息量后进行新一轮的问题求解。

### 3.3 Agent 结构

目标可以看作是 Agent 的一种追求,事件处理是 Agent 实现目标的一种手段。系统中的 Agent 应具有目标、知识、标识、精神状态等基本属性,它由通讯、事务处理、推理决策、学习及人机交互等功能模块所组成,如图2所示,其组成结构如下:

- 1) 标识 是一个 Agent 区别于多 Agent 系统中其它 Agent 的一种属性特征,一般包括 Agent 的名称、地址等;
- 2) 目标 Agent 不断运行所追求的具体目标,由

目标确定 Agent 的责任和义务；

3) 知识 包括事实和规则,存储于 Agent 的知识库中；

4) 精神状态 包括 Agent 的信念、承诺和处理事务的能力；

5) 通讯模块 负责 Agent 的通讯、消息接受和发送,可以传递任务、运行结果和实现知识共享；

6) 推理决策模块 根据 Agent 的目标、知识、精神状态和能力以及最新信息进行推理和决策,作用于消息处理、事务处理以及精神状态更新等,做出的决策必须有利于目标的实现；

7) 事务处理模块 进行事务的处理,由事务处理方法构成,它是 Agent 实现目标的主体；

8) 学习模块 从 Agent 的运行过程中总结经验,为知识库增加新的知识,提高适应环境变化的能力,Agent 一般通过信念转化、案例学习和集中学习 3 种方法获取知识；

9) 人机界面 拥有友好的图形用户接口(GUI),人们利用它可以维护 Agent 的属性和指导 Agent 的行为。

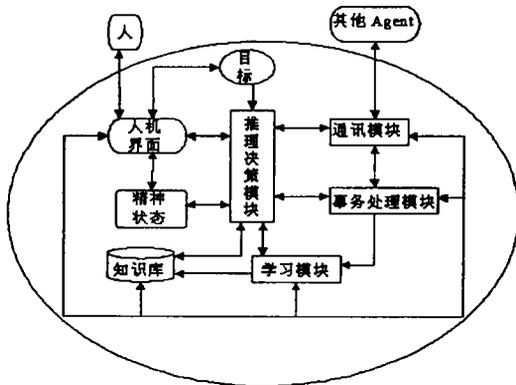


图2 Agent 结构图

### 3.4 多 Agent 协作机制

系统中,财政风险 Agent 与各单项负债 Agent 之间的协作机制是至关重要的。作者采用分工式协同求解机制,其过程为：

1) 任务的分解:协同 Agent 将一个大的任务  $T$  分解成粒度较小的子任务空间  $\{T_i | i = 1 \sim r\}$ 。同时给出相应求解子任务的资源需求表  $T:R_i = \{t_j | j = 1 \sim k\}$ 。

2) 子任务调度:协同 Agent 根据各 Agent 的能力  $CAP_i$  及资源表  $R_i$  的状况和求解子任务的资源需求表进行子任务的分配。

3) 子任务的求解:各 Agent 对接受到的子任务进行求解。求解完毕,向协同 Agent 提交结果。

4) 子任务的合成:当所有的 Agent 都完成任务后,协同 Agent 进行任务合成。

设任务  $T$  的条件约束域  $\text{domain}(X)$  为:  $F(X) = PBX$ ,其中  $P = (P_{ij})_{n \times m}$  为约束系数,  $B = (b_1, b_2, \dots, b_m)^T$  为约束边界,  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  为约束参数。而子任务的求解过程实际上是在域  $\text{domain}(X)$  内寻求一个理想的点  $X$ ,使子任务的解达到最好的效果,即让  $T_i(X) = c_{i1}x_1 + c_{i2}x_2 + \dots + c_{in}x_n$  达到最优。由此构成子任务的求解空间为:

$$\text{Best} \begin{cases} T_1(X) = C_{11}X_1 + C_{12}X_2 + \dots + C_{1n}X_n \\ T_2(X) = C_{21}X_1 + C_{22}X_2 + \dots + C_{2n}X_n \\ \wedge \\ T_r(X) = C_{r1}X_1 + C_{r2}X_2 + \dots + C_{rn}X_n \end{cases}$$

显然,要使  $r$  各子任务在同一个点达到最优是不可能的,为了解决这一矛盾,可以采用模糊数学的方法对需求解的子任务进行模糊处理,处理方法如下:

首先,各 Agent 在约束条件下求出各子任务的最优解  $T_i = \text{Best}(T_i)$ ,它们也是局部的最优解,一般情况下,满足它们要求的约束点落在约束空间域  $\text{domain}(X)$  的不同地方,为了使这些约束点尽可能的一致或靠近,可以放宽子任务的要求。由协同 Agent 给每个子任务一个伸缩因子  $d_i$  (不小于 0)。 $d_i$  的大小根据子任务的重要性而定,越重要的任务  $d_i$  越小。这样就子任务的最优解模糊化了,设  $T_i$  的模糊化解为  $G_i(X)$ ,则其隶属度函数表示为

$$G_i(X) = \begin{cases} 0 & T_i(X) < T_i - d_i \\ 1 - [T_i - T_i(X)/d_i] & T_i - d_i \leq T_i(X) < T_i \\ 1 & T_i(X) \geq T_i \end{cases}$$

经过上述处理后,使用模糊数学的方法在条件域  $\text{domain}(X)$  内对模糊化后的解集  $\{G_i(X) | i = 1 \sim r\}$  进行合成,就可以在域  $\text{domain}(X)$  内找到一个点或一组充分靠近的点集满足各子任务的要求。

## 4 结语

财政风险的分析与控制属于一类特殊而复杂的系统工程问题。作者运用人工智能相关领域知识与应用技术对这类问题进行研究,提出了地方财政风险预算编制系统的多 Agent 分布式计算体系结构<sup>[7]</sup>。

该系统既可以编制财政风险预算,也可以对财政单项风险进行分析。系统由多个互相独立而又密切联系的 Agent 构成,并把人类智能也作为一类特殊智能归入系统中。系统的知识存储于各个 Agent 当中,以便于知识的利用与获取。该系统为开放式结构,具有良好的可扩展性。

## 参考文献:

- [1] 卢福祿. 关注地方财政风险[J]. 了望新闻周刊, 2000, 11(49):12-15.
- [2] 李俊生. 编制财政风险预算 防范财政风险[N]. 中国财经报, 2000, (2):07-11.
- [3] JENNINGS N R, SYCARA K P, WOOLDRIAGE M J. Agent technology: Foundations, applications and market [M]. Heidelberg: Springer-Verlag, 1997.
- [4] WITTIG T. ARCHON: An architecture for multi-agent systems [M]. Chichester England: Ellis Horwood, 1992.
- [5] NILS J, NILSSON. Artificial Intelligence: A new Synthesis. 北京机械工业出版社, 2000.
- [6] 王怀民. 基于 Agent 的分布计算环境[J]. 计算机学报, 1996, 10(3):17-22.
- [7] 张东摩, 李红兵. 人工智能研究动态与发展趋势[J]. 计算机科学, 1998, 25(2):5-8.

## Research and Design for Agent - Based Distributing Computation Structure of Local Government Financial Risk Budget Edit System

SHI Wei-ren, JIANG Chang-jiang, PEN Shi-qiang, KANG Jing

(College of Automation, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

**Abstract:** Keeping away and eliminating financial risk is one of the main tasks of every rank government. To solve the problem of local financial risk, a method that constructs a Multi-agent system to edit local financial risk budget is presented. Categorizing the owns of government that give rise to local financial risk, scheming four owns agents, scheming cooperative agent and some auxiliary agents to constitute the system are also proposed. Meanwhile, the agent-based distributing computation structure of the system is given, and the basic structure of agent and the cooperation mechanism of those agents are discussed.

**Key words:** agent; multiagent system; financial risk budget

(编辑 吕赛英)

(上接第 46 页)

## Rough Sets Theory and Its Application to Data Mining

YIN Yong

(College of Communication Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

**Abstract:** Rough sets is widely applied to dealing with the information under uncertainty. The data mining technology based on the rough sets is being increasingly attached importance by mathematicians and computer scientists. This paper introduces the development process and basic characteristics of rough sets, the application of rough sets theory to the data mining, and the typical system of the data mining based on the rough sets, as well as the directions and fields for future researches. Finally, this paper discusses the necessities through combining rough sets theory and intelligent methods to process information.

**Key words:** rough sets; data mining; KDD

(编辑 吕赛英)