

企业效益评估统计分析专家系统

杨文婷 邓铁清 张守威 (总后勤科学研究所)

摘要:本文介绍了一个企业效益评估统计分析专家系统 EVALES 的设计与实现技术。该系统不同于以往的统计分析系统。它基于企业或工厂的基础数据信息,采用定量与定性相结合的分析方法评估企业效益。为保证评估知识的完整性与准确性,EVALES 提供了两级知识库维护手段。该系统是在微机上用 FoxPro 2.5 for Windows 和智能数据库支持工具 FoxPert V1.0 编程实现的,目前已投入实际使用。

统计分析专家系统主要应用于统计工作中的统计分析方面。按功能或用途划分一般具有三类:

(1)对系统定义统计模型的使用提供指导,帮助缺乏经验的统计人员应用这些模型统计分析数据;

(2)为那些领域知识丰富,而统计知识相对缺乏的人员提供选择模型的策略;

(3)选用适当的统计模型或工具分析相关数据信息,并结合特定领域的知识对数据代表的问题实质提供咨询服务。

企业效益评估统计分析专家系统 EVALES 属于上述第三种类型。该类系统与传统的统计分析系统相比,其最大的特点就是引入定性分析和推理功能。该功能对定量分析的结果予以定性评价和解释,而且弥补了定量分析无法使用专家经验分析不确定因素的不足。

EVALES 的具体目标是以企业或工厂的有关数据为基础,依据国家统计局规定的六项经济指标和综合指数,分析评估企业的宏观与微观经济效益,为管理人员和决策部门实施科学管理提供辅助支持。

EVALES 的实现,除了需要数据库系统和定量分析工具的支持外,还离不开基于数据库系统的智能推理环境和工具的支持。因此,我们采用 FoxPro 2.5 for Windows 及其与产生式语言系统 Clips 的双向集成系统 FoxPert 为软件开发平台。

FoxPert 是我们在 863 计划资助下研制完成的智能数据库支持工具。它以 FoxPro 作为主环境,将 Clips 作为构件集成到数据库系统中。因而可充分借用 FoxPro 的传统事务处理、定量统计分析和强大的界面功能;该系

统为用户提供两条开发途径,一是用于规则编辑与调试的开发环境;二是为智能应用程序设计提供的 APL 函数。所谓双向集成系统是指该系统既将 Clips 系统集成到 FoxPro 系统中,从而扩展了 FoxPro 的推理功能,又将 FoxPro 数据库功能集成到 Clips 系统中,使得被集成的 Clips 系统既可与 FoxPro 应用程序动态交换数据,又能根据问题状态决定执行何种数据库操作。

一、系统组织与结构

EVALES 由定量分析、定性分析、指标评估规则维护和通用规则编辑与调试等子系统组成。系统的体系结构如图 1 所示:

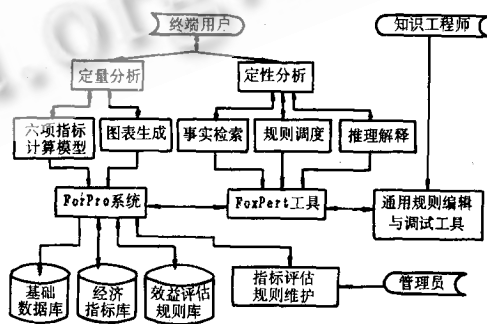


图 1 系统组织与结构图

定量分析计算反映企业经济效益的六项指标及综合指数,并运用各类统计图表来分析企业的宏观与微观经济效益。

定性分析以业务人员提供的效益评估知识为规则,以指定企业各项指标值和其它相关值为事实,在效益评

估中发挥两个方面的作用:

(1)对定量分析结果予以定性的描述;即对所含实质问题作出解释;

(2)对各项指标定性评定的结果进行综合评价。

指标评估规则维护子系统面向一般管理员,用于调整指标评估规则的部分信息。

通用规则编辑与调试工具面向知识工程师或高级系统管理员,它提供规则库创建、编辑与调试,以及推理执行与跟踪等功能。辅助知识工程师获取并精化效益评估知识。

基础数据库包括企业基本情况库、企业生产经营情况库和标准值库等,用于计算六项指标和综合指数,并为定量和定性分析提供参照标准。

经济指标库存放由基础数据库计算得到的六项指标和综合指数值。

效益评估规则库存放知识工程师获取的效益评估规则。

二、定量分析

企业经济效益的定量分析,主要通过六项经济指标和综合指数刻划企业经济效益的各个组成部分及综合效益状况。关于六项指标(资金利税率、营运资金周转率、产品销售率、成本费用利润率、工业增加值率和劳动生产率等)和综合指数均按国家统计局标准公式计算所得。定量分析包括宏观经济效益分析和微观经济效益分析两部分。

宏观经济效益分析,即对多个企业的总体效益状况的分析,主要采用综合指数分布态势图和企业景气状况分类表予以实现。态势图描述所有企业的综合指数分布情况,其中纵坐标表示综合指数值,横坐标表示企业个数。纵轴左侧的绿色和红色两个箭头将态势图分作三段,分别表示位于绿、黄、红灯区中效益较好、一般和较差三类企业的分布。景气状况分类表分别列出位于三个不同区域中的企业名称。各区域中企业个数及所占百分比分别列于每个列表框下方。关于红绿灯区界限的制定有三个标准:国家标准、部门标准和自定标准。

微观经济效益分析,是对宏观效益分析中指定的企业,从具体反映其效益不同侧面的六项指标所作的进一步分析。该过程包括两个方面,一方面应用圆饼图分析

经济效益的结构比是否合理;另一方面通过对照表对各项指标及其标准值作绝对量比较。

三、定性分析

1.知识表示

效益评估经验知识可用图2所示的“与或”树描述(部分描述)。

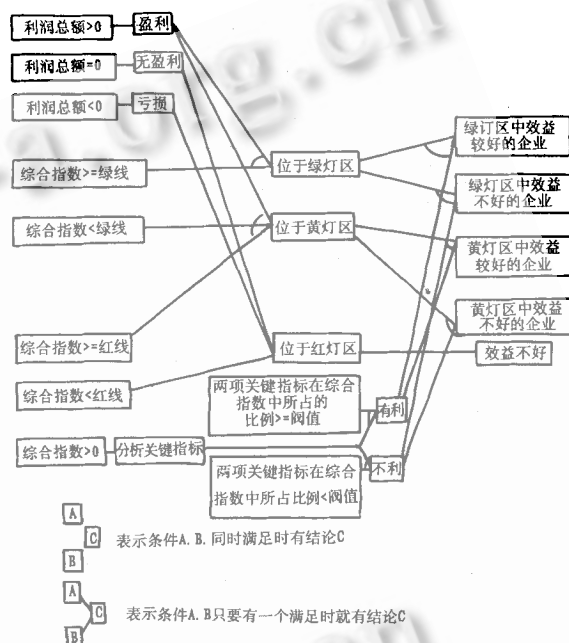


图2 效益评估知识的“与或”树表示

图2中描述的经验知识需用Clips语法描述成产生式规则,并通过通用规则编辑与调试工具建立和调试效益评估规则库。该库中规则分为三类,即指标评估规则、综合评定规则以及其它特殊处理规则。

(1)指标评估规则。该类规则对单项或多项指标的组合作定性的评定。例如有如下Clips规则:

```
(defrule gain(sza21?sa2110)(test(>?sa211 0))=>(assert(盈利)))
```

解释:如果利润总额大于零,则该企业盈利。

说明:规则gain中的模式“(sza21?sa211)”将与事实库sza21中调入的事实项匹配,变量?sa211表示利润总额。

(2)综合评定规则。该类规则对多个因素进行综合评定。例如有如下Clips规则:(defrule yellow

```
(盈利)(sza41?????sa4117)(green?green)(red?red)
```

```
(test (and (< ?sa4117?green) (> +?sa4117?red)))
=>
(execute "resarry(2)=", "因为综合指数介于红绿灯区界限
之间,所以在黄灯区。")
(assert(黄灯区)))
```

解释:如果企业盈利,且综合指数介于红绿灯区界限之间,则该企业位于黄灯区。

说明:规则 yellow 中,模式"(sza41??????sa4117)"将与由事实库 sza41(经济指标库)中调入的事实相匹配。变量 ?sa4117 表示综合指数,变量 ?green 和 ?red 分别表示绿灯区和红灯区界限。事实"(盈利)"为其它规则推理后所得的关于当前企业的状态。

定性分析的结果是由推理机推理得出的,但必须从 FoxPro 提供的界面上输出,因此定义 FoxPro 的列表输出框 m.reslist.用该列表框显示数组 resarry 的内容,而数组 resarry 的内容是由 Clips 在推理中传出的,规则 yellow 将待输出的内容赋给数组 resarry 的第二个元素,对应于 m.reslist 中的第二个输出行。

(3)其它特殊处理规则。这类规则主要完成从 FoxPro 中接收变量值,以及承上启下的功能,或对一些例外情况作特殊处理等。

本系统中,需要将用户通过屏幕输入的绿灯区和红灯区界限值传给推理机,以供推理机判断当前企业位于哪个区。为完成此功能,在规则库中增加如下规则:

```
(defrule pass
(declare(salience 5000))(sza41??????)
=>
(bind?green(evaluate"min"))(assert(green?green))(bind?red
(evaluate"max"))
(assert(red?red)))
```

该规则具有最高的优先级(5000),即当某企业的数据调入事实表后,该规则首先被激活。函数 evaluate 返回后面引号中关于 FoxPro 表达式的值,"(bind? green (evaluate) "min")"将 FoxPro 中的变量 min 的值传给推理机变量 ?green,"(assert (green? green))"将变量 ?green 的值插入事实表,形成关于绿灯区界限值的一条事实。

2.推理实现

定性分析的实现涉及 FoxPro 程序对 FoxPert 接口函数的调用。系统首先将效益评估规则库中的规则调入

推理机,然后从事实库中调入当前企业有关数据(对应于 Clips 中的事实),包括经济指标中的六项指标和综合指数值、标准值库中的各项指标标准值以及生产经营情况库中的利润总额值,再驱动推理机执行推理分析,分析结果传给数组 resarry,并由 FoxPro 列表框 m.reslist 输出。

四、指标评估规则的维护

在效益评估规则中,指标评估规则随评估标准的变动而需要经常作出调整,因此我们设计了这个相对于通用的规则编辑与调试工具更容易操作的专用的评估规则维护子系统,以便于数据管理员根据变动的标准对指标评估规则作相应调整。

1.功能与结构

指标评估规则维护子系统由屏幕初始化、屏幕信息复位和评估规则修改三个模块组成。其体系结构如图 3 所示:

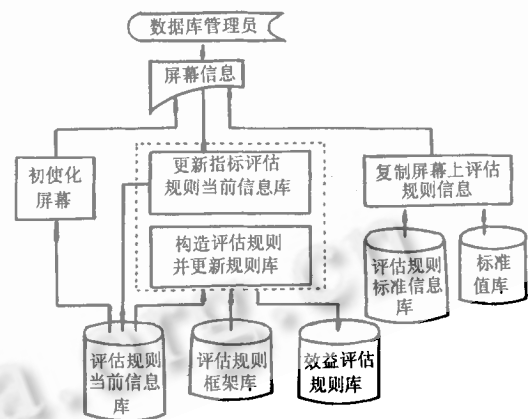


图 3 指标评估规则维护子系统结构图

屏幕初始化模块用于反映效益评估规则库中指标评估规则当前信息及当前信息库初始化屏幕上的规则,屏幕采用类自然语言的“如果...则”形式描述指标评估规则。

屏幕信息复位模块按国家标准值复位屏幕上的指标评估规则,关于标准评估规则的信息存放于指标评估规则标准信息库中。

评估规则修改模块完成两个功能,一是用屏幕上的规则信息更新评估规则当前信息库;二是以更新后的当前信息库中关于指标评估规则的信息填充规则框架库中

相应规则的框架,构造出新的评估规则。

2.指标评估规则及其存储技术

指标评估规则包括单项指标评估规则和多项指标评估规则,用于对单项指标或多项指标的组合进行定性的评判。这类规则的条件部分包含单项指标或多项指标的组合与数值相比较的测试条件,动作部分为测试条件满足时所得的结论。该测试条件又可进一步细分为比较对象、比较符和度量比较对象大小的数值(以下称度量值)三部分,其中单项指标评估中的比较对象为指标本身,多项指标评估中的比较对象为多项指标按一定公式求得的一个综合性的指标项目。

用屏幕上获取的规则信息直接修改规则库是很难办到的,因为二者缺乏直接的联系:存储规则的库结构无法更进一步表达规则条件部分的语法结构(关于规则库的结构参见本节后半部分),因而无法与屏幕上规则的表现形式直接联系,而规则只有按 Clips 语法描述并存储到固定结构的规则库中,才能执行推理。因此,需要设计新的中间结构来存放指标评估规则,此设计应满足两个要求:

- (1)能够直接反映屏幕上这种规则表达形式的信息;
- (2)易于构造满足 Clips 语法要求的规则。

本系统从效益评估规则库中提取所有指标评估规则,采用规则框架和规则信息相分离的方法分别存入两个库:规则框架库和规则信息库。

规则框架是指规则条件部分中的测试条件和运用部分中的结论分别用两个不可识别的特殊标志替换后所得的结构,这两个标志又可以被系统构造的新的测试条件和相应结论所替换。每一条指标评估规则都有这样一个框架保存在规则框架库中。

规则信息库主要反映屏幕上规则的信息。同样,每条指标评估规则都有一条信息记录保存在规则信息库中。规则信息库、规则框架库、规则库三者通过规则名(此处作规则的内部标识)相关联。库结构分别介绍如下:

(1)规则信息库。该库结构如表 1 所示。该库结构主要包括每条规则所涉及指标的个数、每个指标的名称、用于构造测试条件的信息(比较符、度量符等)以及在该条件下所得的结论等。

(2)指标评估规则框架库。该库结构如表 2 所示。该库结构主要用于存放 Clips 语法描述的指标评估规则

的框架,在规则框架中规则应满足的测试条件以及在该条件下所提的结论,分别用 <<test>> 和 <<conclude>> 两个标志标识。

表 1 规则信息库结构

序号	域 名	域名中文意义	类 型	宽度
1	ITEMNUM	比较对象的个数	Character	1
2	ANAOBJ	比较对象的名称	Character	80
3	CONCLUDE	结论	Character	50
4	RULENAME	规则名	Character	50
5	CMPOP	比较符	Character	50
6	OP1	度量比较对象的第一个数	Character	10
7	OP2	度量比较对象的第二个数	Character	10

表 2 评估规则框架库结构

序号	域名	域名中文意义	类型	宽度
1	RULENAME	规则模板名	Character	50
2	CONDITIONS	规则模板的条件部分	Memo	10
3	ACTIONS	规则模板的动作部分	Memo	10
4	VARNAME	规则模板的条件部分中提供的变量标识符	Character	110

(3)规则库。FoxPert 给定的规则库结构如表 3 所示

表 3 规则库结构

序号	域名	域名中文意义	类型	宽度
1	PHASEFLAG	规则类名	Character	10
2	RULENAME	规则名	Character	50
3	SALIENCE	规则优先级	Numeric	6
4	CONDITIONS	规则条件部分	Memo	10
5	ACTIONS	规则动作部分	Memo	10
6	COMMENT	规则注释	Memo	10

3.实现算法

该算法以指标评估规则框架库和规则当前信息库为输入,构造满足 Clips 语法的指标评估规则,并更新效益评估规则库中的相应规则。为了便于理解,我们举例说明本算法的执行效果。如屏幕显示如下用“如果...则”形式描述的判断企业盈利的规则:

如果利润总额 大于 0.0 和 之间,则该企业是盈利企业。

该规则对应于指标评估规则当前信息库中的如下记录:

ITEMNUM	ANAOBJ	CONCLUDE	RULENAME	CMPOP	OP1	OP2
1	利润总额	该企业是盈利企业	gain	>	0.0	

规则框架库中关于该规则的框架如下:

RULENAME	CONDITIONS	ACTIONS	VARNAME
gain	M	M	?sa211

```
{saz21 ?sa211}
<<test>>
```

```
{execute "resarry(1) = \"<<conclude>> . \""}
(assert(盈利))
```

以上两个库及效益评估规则库通过 RULENAME 字段连接,框架库中 VARNAME 字段给出规则框架的条件部分 CONDITIONS 中带出的变量,该变量是比较对象“利润总额”的标识符。规则构造的过程如下:

(1)将框架库中的 CINDITIONS 和 ACTIONS 字段值分别拷贝到效益评估规则库中相应的 CONDITIONS 和 ACTIONS 中;

(2)从框架库中取出比较对象标识符“?sa211”,从当前信息库中取出比较符(CMPOP)“>”/度量值(OP1)“0.0”,构造出测试条件“(test(>?sa211 0.0))”;

(3)然后用(2)中构造的测试条件替换效益评估规则库中 CONDITIONS 的“<<test>>”;并用指标评估规则当前信息库中的 CONCLUDE 字段值替换效益评估规则库中的 ACTIONS 字段的“<<conclude>>”标记。

该算法在效益评估规则库中构造的规则如下:

PHASEFLAG	RULENAME	SALIENCE	CONDITIONS	ACTIONS	COMMENT
a syzs	gain	5000	M	M	m

```
{saz21?saz211}
(test(>?sa211 0.0))
```

```
{execute "resarry(1) = \"该企业是盈利企业. \""}
(assert(盈利))
```

该规则调入推理机后的形式如下:

```
(defrule gain
```

```
(declare (salience 50000))(saz21 ?sa211)(test(>?sa211 0.0))
```

```
=>
```

```
(execute "resarry(1) = \"该企业是盈利企业. \"")(assert(盈利)) )
```

五、通用规则编辑与调试工具

该通用规则编辑与调试工具包括规则处理、事实处理、模板处理、推理执行和其它功能五大部分。

规则处理包括规则库创建、规则的编辑维护以及规

则调度、Clips 系统内存中规则的维护等功能。规则调度主要完成规则库或正文文件与 Clips 系统内存之间规则的静态调度。系统内存中规则的维护主要包括规则名列表、规则内容显示、规则删除等功能。

事实处理包括 FoxPro 事实库或正文文件与 Clips 事实表之间事实的静态调度、Clips 事实表的维护以及 Clips 系统内存中事实块的维护等功能。

模板处理包括两个功能,一是维护 Clips 系统内存中的模板;二是根据用户选择的模板向 Clips 事实表调入模板类事实。

其它功能包括 Clips 日程表显示、事实表复位、知识库语法校验、Clips 系统重新初始化以及跟踪调试等功能。

六、结论

EVALES 不同于以往管理信息系统中的数据统计分析系统,它克服了以往统计分析系统中单纯采用定量分析方法的不足,引入了定性分析。该方法使数据分析的过程更为全面,也使数据分析的过程与数据来源的专门领域联系得更为紧密;同时该系统也不同于以往的专家系统,因为它以数据库管理系统为依托,可以在推理过程中使用数据库系统提供的各种共享信息。从而使专家系统技术真正走向了实用。

出于保密性和安全性的考虑,关于专家系统知识库的核心部分是不希望被改动的。部分开放知识库,由一般业务人员对知识库作简单调整是很多实用的专家系统所渴望的功能。本系统的设计实例对此作了一定的探索,并取得了良好的实用效果。

参考文献:

- [1]吴鹤龄,专家系统工具 Clips 及其应用,北京理工大学出版社,1991
- [2]杨学山,专家系统及其在管理中的应用,清华大学出版社,1991
- [3]汪日康等,计算机决策支持系统,上海科学普及出版社,1993
- [4]吴泉源、刘江宁,人工智能与专家系统基本原理,国防科技大学出版社,1994
- [5]智能数据库支持工具 FoxPert V1.0 参考手册,总后勤部研究所软件室,1994