

基于智能 Agent 的模型自动选择^①

何瑞波¹, 陈立云¹, 连云峰², 万博¹

¹(军械工程学院 网络与通信教研室, 石家庄 050003)

²(军械工程学院, 石家庄 050003)

摘要: 模型自动选择是决策支持系统智能化发展的必然要求。针对目前可行算法较少的现状, 提出了一种基于智能 Agent 的模型自动选择方法。该方法运用 BDI Agent 中的信念描述所求问题, 运用信念愿望匹配规则完成模型类型选择; 模型选择 Agent 再通过合同网协议与模型 Agent 进行交互选择出模型结构。实验结果表明, 该方法能较好的完成模型自动选择任务。

关键词: 智能 Agent; 模型自动选择; 合同网协议; 产生式规则

Automatic Model Selection Based on Intelligent Agent

HE Rui-Bo¹, CHEN Li-Yun¹, LIAN Yun-Feng², WAN Bo¹

¹(Network & Communication Department, Ordnance Engineering College, Shijianzhuang 050003, China)

²(Ordnance Engineering College, Shijianzhuang 050003, China)

Abstract: It is necessary for the intelligent Decision Support System(DSS) to automatic select models, but there is less the available arithmetic. The paper provides a method that solved the automatic model selection problem by intelligent Agent. The method uses BDI Agent's belief to describe the question, and uses the rulers of belief to desire to select the model type. Then the model selected Agent communicates with the model-Agent by the contract net protocol to select the model structure. The experiment result shows that the method can solve the automatic model selection preferably.

Key words: intelligent Agent; automatic model selection; CNP; production rule

模型的自动选择作为决策支持系统中模型的基本操纵, 其算法的有效性对于模型库的易操作性及整个决策支持系统的智能性具有重要作用, 因而对模型的自动选择进行研究具有很高的价值。随着计算机技术的发展, 人工智能技术被引入到模型选择问题中并在模型选择方法与模型选择知识处理等方面取得了一些进展。但因为模型选择是一个比较困难的问题, 至今这方面的成果还很有限, 绝大多数研究成果还不能实现自动模型选择, 而是依靠专家和过去的选择经验进行选择。为此, 本文在首先分析和综述目前模型选择方法的基础上, 提出了基于智能 Agent 的模型自动选择方法。

1 模型自动选择研究概述

模型选择是一个具有一定普遍性的问题, 许多不

同的学科都在进行这方面的研究。并且, 模型选择也是决策问题求解中的重要问题。DSS 的模型选择可以分为三个层次, 即模型类型的选择、模型结构的选择和模型实例的确定^[1]。本文主要研究模型类型选择和模型结构选择。

目前, 模型自动选择的研究主要有解析法和人工智能法^[2], 其中, 解析法最早由 Klein 等人提出, 用来选择单一模型和组合模型。这种基于目标线性规划模型的方法, 依靠模型使用的历史信息来选择模型。模型选择的过程是^[3]: (1) 对于某个特定的问题, 排除不可能用到的模型; (2) 对于剩余的模型, 根据用户提出的问题特征定出线性规划表达式; (3) 对每个模型进行线性目标规划, 以求出该模型与问题特征之间的距离; (4) 选择具有最短距离的模型。人工智能法实现的自动选择成果较多, Ghosh 基于专家知识利用

^① 收稿时间:2011-08-16;收到修改稿时间:2011-10-10

同义词表实现模型的定序和模型选择; Shaw 基于及其学习构建事实库增强模型选择的正反馈能力, Liang 基于语义网络, 理解模型功能, 应用深度优先算法搜索模型, banerjee 和 Basu 通过构建统一的模型结构框架, 依靠参数的匹配程度确定候选模型, Maron Oded 采用竞争策略逐层递归过滤模型, 为用户缩小选择范围, Arinze B 利用专家制定的规则, 通过公式推导选择预测模型。在国内, 文献[4]用决策树的方法进行模型自动选择, 该方法只适用于存在大量模型使用数据的情况, 且只适用于对数据的处理。文献[5]提出了一种基于知识的模型选择策略, 该方法是将模型的知识通过框架等方式进行表示, 选择的过程就是模型知识的推理过程。

这些研究成果都在一定程度上实现了模型的自动选择功能, 但是由于存在应用范围狭窄, 不适合模型库的扩展, 而且多数算法仅限于理论的研究, 实现有很大难度。本文利用智能 Agent 的智能特性来完成模型的自动选择, 结果表明该方法具有较好的实用性。

2 基于MAS的模型选择

模型选择结构如图 1 所示, 由图可知模型选择分为两个过程:

(1) 模型类型选择 模型选择 Agent 通过知识推理完成模型类型的选择。

(2) 模型结构选择 模型选择 Agent 向 Ontology Agent 查询同一类型下的模型 Agent 名称, 并通过合同网协议与各模型 Agent 进行交互进行模型类型选择。

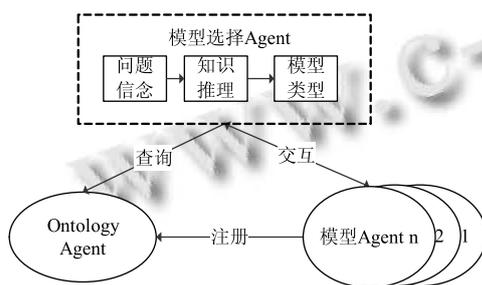


图 1 基于 MAS 的模型选择

2.1 模型选择 Agent 的结构

智能 Agent 结构如图 2 所示, 其工作过程如下:

(1) 信念形成 模型选择 Agent 接收关于所求解的问题信息的输入, 并对输入的信息进行信念分析以形成所求解问题的信念。

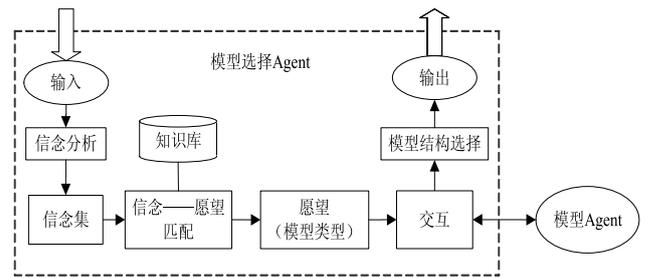


图 2 模型选择 Agent 结构

(2) 模型类型选择 Agent 运用知识库中的信念—愿望匹配规则知识推理产生与问题信念相对应的 Agent 愿望, 这里 Agent 的愿望是对模型类型的归类, 一个 Agent 愿望代表一种模型类型。知识库中存储着对于问题信念与模型类型相对应的的认知知识, 并用规则进行表示, 当有求解问题到达, 就会推理求出相应的模型类型。

(3) 模型结构选择 模型选择 Agent 通过合同网协议与各模型 Agent 进行交互, 通过模型选择 Agent 给出的模型评价条件选择出模型结构。

2.1.1 Agent 的模型选择知识

模型类型选择知识是根据模型在模型库系统中的组织来产生的。传统的决策支持系统采用分类树的方式管理模型资源, 树节点表示模型类别, 叶节点表示模型, 这种组织结构虽然能够清晰地描述模型及其分类关系, 但无法体现其中的关联规则, 导致系统无法根据用户需求选择对应模型, 因此, 采用框架表示法扩展模型类别节点, 保持分类树的清晰结构, 同时也加入对应的规则信息。如图 3 为框架表示的器材运输

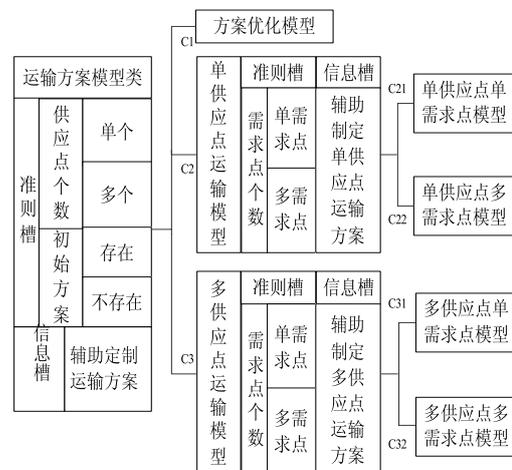


图 3 模型结构选择知识

框架模型类。

在模型的组织框架中, C₁、C₂、C₃、C₂₁、C₂₂、C₃₁ 和 C₃₂ 为框架的准则值, 其中, C₁={ (初始方案, 不存在) }, C₂={ (供应点个数, 单个) (初始方案, 不存在) }, C₃={ (供应点个数, 多个) (初始方案, 不存在) }, C₂₁= C₃₁={ (需求点个数, 单个) }, C₂₂=C₃₂={ (需求点个数, 多个) }

不同的准则值对应不同的模型分类, 因而可以将准则值作为模型类型选择规则的前件, 将相应的模型类型作为选择规则的后件, 形成模型类型选择规则如下:

IF C_i or C_{ij} THEN 模型类别 (其中 C_i、C_{ij} 表示准则值)。

对应图 2 形成的模型类型选择规则为:

- IF C₂ Then 单供应点运输模型类
- IF C₃ Then 多供应点运输模型类
- IF C₂^C₂₁ Then 单供应点单需求点运输模型类
- IF C₂^C₂₂ Then 单供应点多需求点运输模型类
- IF C₃^C₃₁ Then 多供应点单需求点运输模型类
- IF C₃^C₃₂ Then 多供应点多需求点运输模型类

2.1.2 信念形成

问题信念是智能 Agent 对用户所要求解的问题的认知。在用户提交的问题中会包含一些对问题求解有帮助的信息, 这些信息可看作是问题的相关知识, 则智能 Agent 的信念中也需包含对问题知识的表示与认知。Agent 的信念中包括问题所属类型的关键字标识、求解问题所需的数据知识和结构知识等, 智能 Agent 的信念可表示为:

```

beliefset QuestionName
{
// 每个信念关键属性定义域的申明
// 每个信念数据属性值域的申明
}

```

例如以器材供应智能决策支持系统中的物资分配为例, 其问题可描述为(Distribution, Provider, Demander), 其中 Distribution 表示所求问题类型为物资分配问题, Provider 表示为物资的供应点数目, Demander 表示物资的需求点数目。该问题的 Agent 的信念可描述为:

```

Public beliefset Distribution{
#key field String Title;
#value field double provider;
}

```

```

# value field double Demander;
}

```

信念的初始化可表示为: Title=Distribution; Provider=5; Demander=3。

信念集是决策支持系统所能求解的所有类型问题的信念集合, 每一种问题类型的信念都采用统一的表示形式。由于决策支持系统所能辅助决策的问题类型是有限的, 因而可以将决策支持系统所能辅助决策的问题进行按照模型进行分类进行归类, 并建立相应模型类所能支持的决策问题的信念, 将这些所有的信念集合在一起就成为智能 Agent 的信念集。

2.1.3 模型类型选择

模型类型选择是确定用于求解问题的模型所属类型的过程, 该过程在智能 Agent 中通过信念—愿望匹配来完成。

智能 Agent 的信念—愿望匹配用产生式规则来表示, Agent 将所求问题的信念与知识库中的规则进行前提条件匹配, 如果匹配成功, 则通过规则推理选出与问题相应的模型类型; 若匹配失败, 则继续下一条规则的匹配, 若问题的信念不能满足任何一条规则的前提条件, 则问题的模型类型选择失败。模型类型选择算法如下:

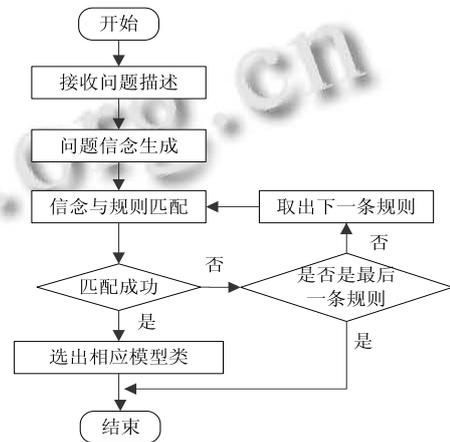


图 4 模型类型选择算法流程

2.2 模型结构选择

当模型选择 Agent 完成模型类型选择且同一类型的模型有多个时, 模型选择 Agent 还需要完成具体模型的确定即模型结构的选择问题。对于模型结构的选择, 模型自动选择 Agent 需要查询 DF Agent 来获得所选择的模型类型中包含哪些具体模型 Agent, 然后和

具体的模型 Agent 进行交互，最终确定所需求的模型。整个合同网的交互过程如图 5 所示：

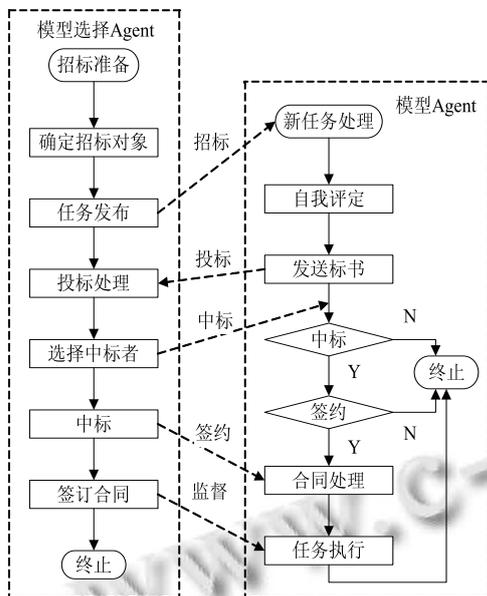


图 5 模型结构选择流程

2.2.1 投标准备

模型选择 Agent 在招标以前先要拟定标书，本文采用的标书格式为：Contract={CID, AgentManager, TID, Tdescription, Trestriction, ETime}。

其中各参数的含义如下：

CID：合同号，每个合同都有一个唯一的标识即合同号；

AgentManager：合同的管理者，即任务的分配者，此处为模型选择 Agent；

TID：任务号，每个任务对应唯一的标识；由于整个的决策支持系统所能求解的任务是和模型的类型相关的，而模型类型是确定的，因而其任务也是可以确定的，则任务号也是可以确定的。

Tdescription：模型选择 Agent 对任务的具体描述。包括任务的类型，任务名称等，它可与模型 Agent 的能力信息相关联；

Trestriction：模型选择 Agent 对模型 Agent 提出的对于完成任务的约束条件。其中包括时间约束、资源约束、质量约束等；约束条件是通过所求解的问题不同而选择的。

Etime：模型选择 Agent 用来设定接收模型 Agent 投标标书的最大时限。

2.2.2 招标

模型选择 Agent 在招标前，首先要确定招标的对象范围，这对完成任务的效率是非常重要的。每次任务的招标范围都是在所选择的模型类型下的所有模型 Agent。模型选择 Agent 的招标规则可以表示为：

$Can(m, i, t) \wedge Trust(m, i, t) \geq Tr \rightarrow Do(m, i, a_1)$ 该规则中， $a_1 = Announce(m, i, t)$ ，表示模型选择 Agent 向模型 Agent 发送关于任务 t 的标书这一行为。 $Can(m, i, t)$ 表示 Agent i 有能力完成任务 t， $Trust(m, i, t) \geq Tr$ 表示模型选择 Agent 对模型 Agent i 的完成任务的信任度大于等于所设置的最低限度—信任阈，模型选择 Agent 对模型 Agent i 的信任度取决于历史完成任务情况。

3.2.3 投标

当模型 Agent 收到来自模型选择 Agent 的标书后，首先查看自己的能力表，看此时是否具备完成任务 t 的能力。投标规则表示为：

$$Can(m, i, t) \forall Trust(m, i, t) \leq Tr$$

$$\wedge Active(m, i, t) \geq K \rightarrow Do(m, i, a_2)$$

$a_2 = Bid(m, i, t)$ 表示 Agent i 参与向 Agent m 就任务 t 进行投标，积极度在很大程度上可以 $Bid(m, i, t)$ 影响的值。

行为 a2 执行后的效果：模型 Agent 就任务 t 向模型选择 Agent 进行投标。

各个收到招标标书的模型 Agent，根据自己当前占用的资源状况、当前任务的执行情况，评估自己完成任务的时间、成本等，在规定时间内按照下列格式形式修改标书：Contract_bid={CID, Bidder, TID, TCost, Ttime}。

CID：TID 的含义同招标标书。

Tcost：投标者完成任务所需的预期代价；

Bidder：合同的执行者，即任务的投标者；

Ttime：投标者若完成任务所需花费的时间。

2.2.4 中标和拒标

当模型选择 Agent 收到所有模型 Agent 的应答后，从模型 Agent 中选出它认为最合适的投标者作为任务的承揽者。所考虑主要因素有：模型 Agent 对约束条件的承诺、模型选择 Agent 对它的信任度、合作的熟悉度以及投标者的积极度等。根据以上因素构建一个评价函数 $Bidder_evaluate(m, i, t)$ 。

$$Bidder_evaluate(m,i,t) = (\alpha \times Restriction + \beta \times Trust + \gamma \times Familiar + \eta \times Active)$$

式中 α 、 β 、 γ 、 η 为常量因子，分别表示任务的约束指标 Restriction、信任度 Trust、熟悉度 Familiar 和积极性 Active 在评价函数中所占的比重，并且 $\alpha + \beta + \gamma + \eta = 1$ 。

根据下式确定最佳任务承担者 $Best(i,t)$ ：if $\exists a \in \{a_i\}$ 并且

$$Bidder_evaluate(m,i,t) = \max_{a_i}(Bidder_evaluate(m,i,t))$$

中标规则： $Do(m,i,a_2) \wedge Best(i,t) \rightarrow Do(m,i,a_4)$
 $a_4 = Award(m,i,t)$ 表示模型选择 Agent 向模型 Agent 委托任务 t。

当模型 Agent 接到标书，若发现自己没有能力完成任务，就会拒绝投标，拒标规则如下：

$$\neg Can(m,i,t) \vee Do_Well(m,i,t) \rightarrow Do(m,i,a_3)$$

$a_3 = Refuse(m,i,t)$ ，表示模型 Agent i 拒绝向模型选择 Agent 就任务 t 进行投标。

2.2.5 流标

模型选择 Agent 在接收所有投标后，经过评估，未发现合适的模型 Agent 或者各个投标者没有在规定的时限内完成投标，则认为此次任务流标。流标规则如下：

$$Do(m,i,a_2) \vee \neg Best(i,t) \rightarrow Do(m,i,a_5)$$

$a_5 = Lose(m,i,t)$ 表示模型选择 Agent 没有向投标者 Agent i 发送中标通知。

当流标出现时，表示模型选择 Agent 通过合同网协议无法完成模型结构的选择，则此时模型选择 Agent 就将所选择的模型类型下的所有模型及其描述输出到界面，与用户进行交互由用户人工进行模型结构选择。

3 基于Agent的模型选择实例

将上述理论运用于器材保障决策支持模型库系统中，该系统建立了相应的各类模型，包括器材分配模型类、器材运输模型类和供应点选择模型类等。我们

以器材运输模型类为例，其又可分为单供应点单需求点模型类，单供应点多需求点模型类、多供应点单需求点模型类和多供应点多需求点模型类，在每个模型类中，又可将限制条件分为运输时间最短、运输距离最短和总运费最少等类型。具体以单供应点单需求点模型类为例，来进行模型的自动选择。

如图 6 所示，模型选择 Agent 获得问题信念描述从而确定出模型类型，进而根据模型的评价条件选择出模型结构即最终的模型。



图 6 模型选择实例

4 结论

决策支持系统中模型库系统的智能性对整个系统的智能性有很大的影响，本文利用智能 Agent 对模型自动选择问题进行分析，通过 BDI Agent 的信念对用户所提交的问题进行描述和表示，通过信念愿望匹配规则完成针对问题的模型类型选择，再由模型选择 Agent 经合同网协议与模型 Agent 进行交互选择出模型 Agent，即完成模型结构选择。实践表明，该方法具有可行性且能提高系统的智能型。

参考文献

- 1 黄梯云. 智能决策支持系统. 北京: 电子工业出版社, 2001.
- 2 张志华. 基于知识的决策模型选择. 上海交通大学, 2005.
- 3 黄梯云, 吴菲, 卢涛. 模型自动选择方法研究的进展. 计算机应用研究, 2001, 4: 6-8.
- 4 魏现梅. 决策支持中的模型选择研究. 大连交通大学, 2009.
- 5 戴超凡, 冯昞赫. 基于知识的模型自动选择策略. 计算机工程, 2010, 36(11): 170-172.