

面向服务架构的通用决策支持平台构想

吴奎

(中国船舶重工集团第 716 研究所, 江苏省连云港市, 222061)

摘要: 针对未来联合作战对决策支持的要求, 设计了一种面向服务架构的通用决策支持平台, 给出了平台的体系结构、模块组成和 workflows, 并分析了平台各个模块功能实现的技术要点, 为平台实现奠定了基础。

关键词: 面向服务架构; 决策支持; 通用平台

0 引言

辅助决策^[1]是指借助决策者之外的人(如谋士、参谋、智囊团等)和工具(如计算机等), 利用科学决策方法, 辅助决策者完成决策的过程。随着网络化联合作战理论与实践的不断发展, 指挥员所面临的战场环境和指挥决策任务日益复杂, 指挥信息系统如何有效地为分布在不同网络节点上的各级指挥员提供透明的决策支持服务, 更好地综合决策中人的主观经验与计算机处理能力, 已经成为指挥信息系统亟待解决的问题。

面向服务架构^[2]以 Internet 上的大规模“资源共享和协同工作”为核心, 具有开放标准、松散耦合、灵活部署、动态重组等新特性, 这些特性使得面向服务架构非常符合网络中心战下构建辅助决策应用的要求, 它的出现将给辅助决策应用的发展带来新的机遇和变革、提供新的解决方法和思路。因此, 将面向服务架构引入到指挥信息系统不仅会推动辅助决策的更进一步的发展, 更有可能带来从理论到应用的深远变革。

以服务来实现各种决策模型, 为指挥员提供无缝透明的决策支持, 是辅助决策系统建设的新思路。结合面向服务架构的思想, 本文提出了一种面向服务架构的通用决策支持平台, 该平台采用 Web 服务实现具体的决策模型, 具有决策领域分析、决策问题描述、决策模型构建与管理、决策流程设计、决策求解等功能, 能够适应目前以网络为中心的联合作战指挥决策过程的特征, 能够跨越异构应用系统所带来的集成障碍, 其目的是在复杂多变的战场环境中, 灵活快速地应用各种决策模型, 实现业务流程的有效整合和动态重组, 辅助决策者更好地进行决策。

1 平台设计

1.1 设计思想

决策模型可以分解为描述其功能特性的概念和实现其具体算法的软件模块^[3]。为避免混淆, 这里把决策问题的描述和数据说明称为模型描述, 而模型求解方法的具体过程实现, 即可运行的软件模块称为模型求解器。例如针对某个兵力分配问题, 该问题可以由单纯形法、整数规划法或其他算法求解。实现这个问题求解方案时, 可以独立编写通用的算法求解器, 再用模型描述具体问题的目标、约束和输入输出参数等内容, 并将这些数据映射到求解器的输入输出接口中。这样求解器便可以独立于具体问题, 也可以调用不同的求解器以适合不同的模型需求, 还可以组合调用多个求解器完成对复杂问题的求解。

将决策模型分为模型描述和模型求解器两个部分, 是保证决策服务开发的关键环节, 其作用是多方面的: 首先, 问题流程与核心逻辑的分离, 降低了对开发人员的知识要求, 不再需要既懂得专业知识又熟悉程序设计的综合人才; 其次, 领域专家可以比较容易地更改现有的模型描述, 或引入新模型, 不需要关心算法实现; 第三, 可以比较容易地更改或引入新的决策求解方式, 因为更改仅限于决策调用过程中, 更改时不会影响系统的其他模块; 最后, 由于只需一次性实现核心逻辑, 故可以减少冗余, 避免出现不一致的情况。

1.2 体系架构

针对本平台的用户特点, 将平台划分为基础设施层、管理服务层、应用构建层和业务应用层, 三个层

次，体系架构如图 1 所示。

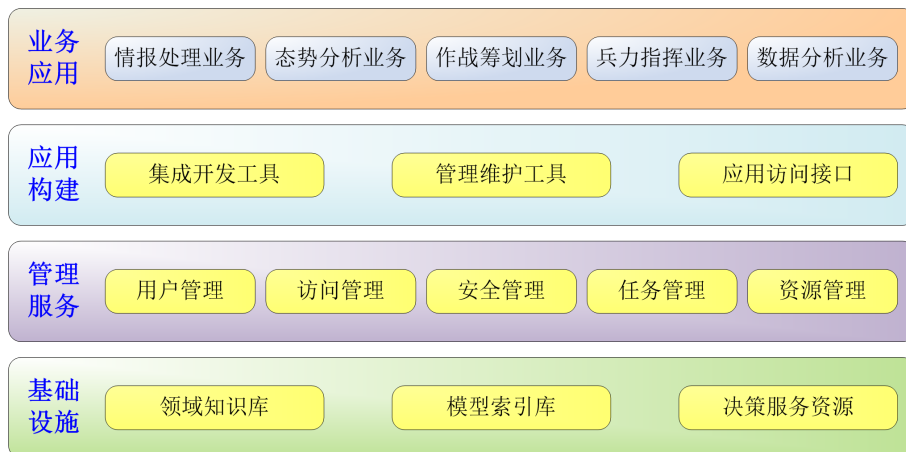


图 1 平台体系架构

最底层由各种资源库构成，包括领域知识库、服务索引库和各种决策服务资源。其中领域知识库存放具体领域中的知识；模型索引库用于构造模型描述的索引信息，以便快速发现所需决策模型求解器；决策服务资源以 Web 服务的形式分布在不同的服务器中，对外界提供服务，这些服务资源联合组成了算法库。

管理服务层是本平台的核心模块，为应用构建层和业务应用层提供服务支撑。服务层由用户管理、访问管理、安全管理、任务管理和资源管理等模块组成，其中资源管理负责响应服务提供者的服务发布和服务需求者的查询请求，并维护系统中所有可用决策模型的描述信息和索引信息；任务管理负责部署服务，并响应用户的决策调用请求，调用其中的具体服务完成决策求解。

在应用构建层，针对不同角色在功能需求与知识构成上的差异，本平台提供决策模型集成开发工具、管理维护工具和应用访问接口等应用构建层工具，负责决策服务的开发、系统的管理维护和应用访问。

业务应用层，根据具体的作战任务需要，利用本平台的开发工具，实现相应的决策计算模型，并通用管理维护工具部署于后台的决策服务器中。

1.3 物理架构

本平台的物理架构如图 2 所示，图中决策服务基础设施由多个分布于不同位置的虚拟服务器组成，为决策提供后台服务。前台用户不必关心服务的具体位置，由管理服务层提供透明的访问支持。

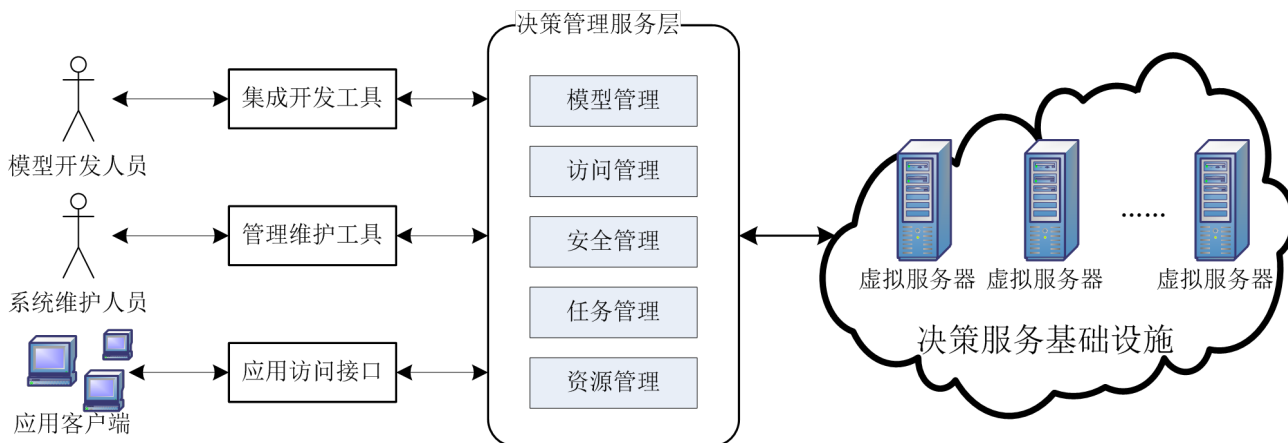


图 2 平台物理架构

在本平台的开发应用中，开发人员不必了解具体的指挥系统运行流程和数学模型，只需根据决策问题的模型描述以 Web 服务的方式实现求解算法；系统维护人员根据事先安排好的网络各节点用途将各个服务部署到相应的台位，并将服务描述信息发布至管理服务层中；最终用户根据当前决策问题请求调用合适的服务完成作战指挥的辅助决策和流程处理。

2 关键功能介绍

2.1 服务封装与实现

这里的服务是指上文提到的决策问题模型的具体求解算法实现，即求解器。这些服务程序可以由不同的单位或个人分别开发，还可以在不同的网络节点上分别提供求解服务，实现分布式计算。求解器是封装了特定运算逻辑的服务单元，它由以下几个部分构成，如图 3 所示。

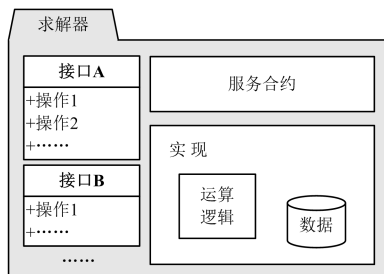


图 3 求解器的组成结构

其中服务合约是采用 WSDL 定义的服务描述信息，说明了求解器的作用、功能、约束和使用方法。接口将求解器的功能向客户公开，其物理实现部署在作战指挥网络的某个节点中。服务实现提供所需的运算逻辑和数据，实现了服务合约。运算逻辑是被服务封装的算法模块。

2.2 问题分析与描述

决策问题往往表现为一个集成了数据、模型描述、求解算法等资源的框架流程，称为模型组装方案。求解算法不直接面向决策应用，而是由模型描述给出具体的决策问题和数据。为了便于相关人员（设计人员、领域专家、开发人员、决策人员）之间的交流理解，便于方案的快速搭建和计算机的自动处理，本平台设计了一套图形化符号集、一个关联该图形化符号集与模型组装方案语义的语法映射模式，并开发了一个可视化用户操作环境供领域专家分析与设计模型，如图 4 所示。

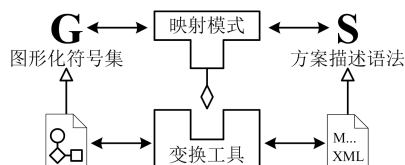


图 4 语义变换框架

实现图形符号与文本语义的变换，并提供决策问题的可视化分析、建模与验证过程是分析设计工具的主要目标。如何表示决策问题、如何描述基本模型及其组装关系，这是本平台的形式化基础。

2.3 语义标注与匹配

为了使计算机能够理解平台中各种资源的描述信息，提高其信息处理的自动化程度，本平台采用领域本体对各种资源进行语义标注，通过本体概念间的语义相似度分析各种资源之间的匹配关系。如何综合主观经验与客观事实，实现更合理的相似度计算，这是本平台的支撑技术。

2.4 模型管理与组合

实际的决策问题通常可以分解为若干个不同的子问题，相应地，其模型也可以由多个子模型组装起来，形成复杂决策问题的描述。模型组装方案对应了问题处理流程，在运行过程中逐步调用各个模型对应的求解器完成求解，如图 5 所示。

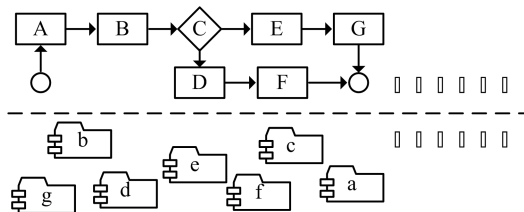


图5 模型组装方案与求解服务组件

只调用一个求解器的模型称为基本模型，基本模型组装后的模型称为复合模型。如果复合模型的意义、输入输出参数规范化的话，可以将其作为解决某类问题的模型范例，存入模型库中，以便在别的决策问题中参考或直接复用。对于流程设计人员来说，他们不必关心求解器的部署与实现，仅需根据待决策问题和自身的专业知识，将模型库中适当的模型组装起来，形成求解待决策问题的模型组装方案。模型管理人员还可根据需要，对模型注册服务器中的模型进行修改、删除等管理操作。

决策问题的模型组装方案，是与其他模块交流的语义媒介。如何根据模型描述信息，自动进行服务组合，是本平台的又一关键技术。

2.5 模型调用与执行

本平台为辅助决策系统提供可视化集成建模工具和求解运行服务环境。具体决策应用系统的客户端程序通过本平台的 Demander 组件，载入模型组装方案并与相关服务器交互数据，从而实现了决策模块的即用即用，决策应用过程如图 6 所示。

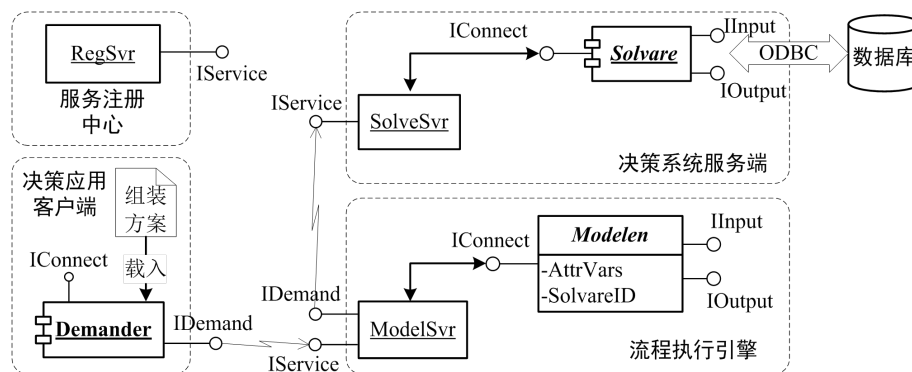


图6 决策应用过程

决策求解时，决策应用客户端通过 Demander 组件载入流程设计人员已设计完成的模型组装方案文档，并向流程执行引擎提交求解请求。ModelSvr 组件解析该组装方案并根据其内容依次向决策系统服务端提出求解请求。SolveSvr 响应并调用求解器获取计算结果。求解完毕后，经由 ModelSvr 将结果返回至客户端。模型注册服务器 RegSvr 负责维护当前可用服务列表，如果某个服务异常，可以通过注册服务器查询其他可用服务。

3 SADDP 特点

Web 服务的引入给辅助决策系统带来了许多新的特性，极大地加强了决策模型和算法的可重用性、灵活性、扩展性。综合来说，本平台具有如下特点：

1) 开放标准：各个决策系统服务端将其提供的决策算法实现为决策服务，具有标准的接口，其他系统可以通过开放互操作的方式访问它。相对于传统的面向对象技术，服务屏蔽了更多的底层实现细节，开发人员可以更好地关注于如何更高效地实现具体的决策服务，并将各个决策服务组织成统一的整体。

2) 松散耦合：各个系统之间均为松耦合的关系。一方面，各个单元无需预先知道当前可用的决策服务有哪些，也无需关心所使用的服务是由谁提供的，只需通过与注册中心的交互即可动态获得当前可用服务

信息。若某个服务不可用，也可以重新查找并选用由其他系统提供的功能相同的决策服务。另一方面，采用服务的方式实现决策模型有效屏蔽了各个系统之间的异构性。由于各个决策服务均具有标准的接口，各个决策应用客户端无需考虑服务提供的功能是采用何种技术、运行于何种平台的，也无需考虑所采用的实现技术和运行平台之间是否存在差异，它只需要使用标准的服务访问技术对管理服务进行访问即可。

3) 动态重组：能够根据应用需求动态调整指挥业务流程以及协作参与者的结构。由于采用服务组合流程实现具体业务，因此业务流程及其形式化描述（即流程定义）均可以被随时调整，以满足不断变化的作战应用需求；此外，如果某个协作参与者由于某种原因需要动态退出或加入，即该服务组合流程需要被动态调整时，系统可以把需要退出的服务在流程中去除，还可以把其他具有相同功能的服务动态加入到流程中来取代退出的服务。而在传统的应用系统中，协同工作的各个系统之间在规定好相应的业务流程后，对业务流程进行修改很可能需要调整多个系统之间的交互接口。

4) 按需扩展：本平台是一个开放的、可扩展的系统，任何采用 Web 服务技术实现的决策算法都可以向服务注册中心发布服务描述信息，加入系统，因此可以根据不断变化的决策需求进行扩展其决策服务。

4 结束语

本文从联合作战指挥信息系统的实际需求出发，提出了一种基于面向服务架构的辅助决策开发平台，并介绍了体系结构、组成模块、工作流程和主要关键技术，为平台的开发与实现奠定了基础。

参考文献：

- [1]周献中.指挥自动化系统中的辅助决策技术
- [2] Dirk Krafzig 著, 韩宏志译. Enterprise SOA 中文版[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006
- [3] Keun-Woo Lee, Soon-Young Huh. A model-solver integration framework for autonomous and intelligent model solution [J]. Decision Support Systems, 2006, 42(2): 926~944