

文章编号: 2096-1472(2017)-02-19-03

可定制的效能评估系统研究与实现

曲 凯, 陈西选, 徐 璐, 刘明哲

(华北计算技术研究所, 北京 100083)

摘要: 效能评估技术在军事领域应用的扩大和深入, 对效能评估系统的通用性提出了需求。为此本文通过分析总结典型效能评估方法, 并结合效能评估特点, 设计了一套可定制的效能评估系统。该系统基于MDA方法, 运用了模型组合技术和插件式开发技术, 可满足不同应用系统的效能评估需求, 极大的提高了效能评估系统的开发效率。最后将该系统进行了代码实现, 并通过具体应用证明了系统具有通用性、灵活性和扩展性。

关键词: 效能评估; 可定制; 通用

中图分类号: TP311 **文献标识码:** A

Research and Implementation of the Customizable Effectiveness Evaluation System

QU Kai, CHEN Xixuan, XU Luo, LIU Mingzhe

(North China Institute of Computing Technology, Beijing 100083, China)

Abstract: Effectiveness evaluation technology has been applied widely and deeply in the military field, which demands for the versatility of the effectiveness evaluation system. Through analyzing some typical effectiveness evaluation methods and the characteristics of effectiveness evaluation, the paper designs a customizable effectiveness evaluation system. Based on MDA (Model Driven Architecture), the paper adopts the model combination technology and plug-in development technology. The system can satisfy effectiveness evaluation requirements of various application systems and greatly improve the development efficiency of the effectiveness evaluating system. Finally, the paper implements the system and proves the versatility, flexibility and extensibility.

Keywords: effectiveness evaluation; customizable; versatility

1 引言(Introduction)

随着效能评估技术在军事领域应用的扩大和深入, 评估对象涉及武器装备系统、指挥控制系统、网络通信系统等^[1,2], 为满足各评估对象在不同应用场景下的评估需求, 往往需要根据具体需求专门定制开发效能评估系统, 这种专用的效能评估系统忽略了可重用性和扩展性, 当指标体系或者评估方法等评估需求改变时, 都需要投入人力物力重新修改评估系统。这种方式存在大量的重复开发工作, 开发效率低下, 造成资源的浪费。为此, 设计一套依据评估需求可定制的效能评估系统逐渐引起了人们的重视。

针对上述问题, 本文采用MDA(Model Driven Architecture)^[3,4]方法, 将评估对象、评估指标体系、评估方法等抽象为模型, 通过模型组合技术实现效能评估系统的按需定制; 同时通过对效能评估方法的研究, 提出了基于算子有向无环图的评估计算模型构建方法, 实现了评估计算模型快速高效构建; 另外提出了基于插件的开发方法, 实现代码的重用和系统的扩展。最后依据系统架构对效能评估系统进行编码实现, 并通过具体应用案例对系统进行了验证。

2 系统分析(System analysis)

2.1 效能评估系统组成

效能是系统工程领域, 尤其是军事领域的重要概念。目前, 不同组织提出了不同的效能定义, 我国军用标准《可靠性维修性保障性术语》对效能的定义为: 系统在规定的条件下和规定的时间内, 满足一组特定任务要求的程度, 它与可用性、任务成功性和固有能力有关^[5]。从效能的定义可知, 效能是系统使命任务完成程度的一种综合度量, 是一个较为抽象的度量指标, 无法直接对其进行评估, 需要将待评估的效能指标进行逐层分解, 直到分解为一系列可直接进行测度的性能指标, 然后依据效能与性能指标的依赖关系, 通过对各性能指标进行综合计算, 从而对效能做出评估^[6], 其根本目的是为待评估系统的优化提供重要依据。

根据效能评估的定义可知, 效能评估系统应支持评估人员依据评估对象, 构建效能评估指标体系, 并可获得给定评估条件下的各性能指标的值, 然后根据评估方法, 对各性能指标进行综合计算, 最后对结果综合分析和展示。由此看来, 可定制效能评估系统的构成要素可分为几类:

(1)评估对象：指被评估系统，从功能单一的装备到结构复杂的军事信息系统，都可以作为评估对象。

(2)评估条件：规定的条件，通常指评估对象系统运行的场景。

(3)评估指标体系：层次化的评估对象度量指标，一般上层为效能指标，最底层为可直接度量的性能指标。指标的选取应遵循独立性、代表性与可操作性等原则^[7]。

(4)评估数据：可分为主观和客观两类数据，其中主观数据通常指由参与评估的人员直接给定的数据，如某些指标评价数据、指标权重数据等，该类数据主观性较强；而客观数据通常由评估对象直接产生或者采集得到，能够较为客观的反应评估对象系统的性能指标。

(5)评估计算模型：评估方法的具体实现，是评估系统核心组成部分，其选择合理与否直接关系到评估结果的正确性^[7]。

(6)评估分析模型：主要指效能评估结果影响因素分析方法，如指标相关性分析、敏感性分析等方法。

可定制效能评估系统应适用于不同的评估对象，允许评估人员根据评估需求，可视化构建评估指标体系，依据选择的评估方法，动态创建评估计算模型，完成评估数据提取、标准化处理、指标综合计算的效能评估过程，而不是局限于特定的评估对象与评估方法；系统还应提供常用的分析方法并支持对分析方法的扩展，来满足评估需求。

2.2 效能评估流程

效能评估流程并不是固定不变的，它和具体的评估方法密切相关，以评估方法作为理论支持^[8]。常用的评估方法包括层次分析法(AHP)、ADC分析法、模糊综合评估法及系统效能分析法等，不同的评估方法，计算流程、输入参数数据、适用解决问题领域的不同等诸多因素，决定了效能评估流程也不尽相同，但从大的方面来说，评估流程仍具有相似性，基本效能评估流程如图1所示。

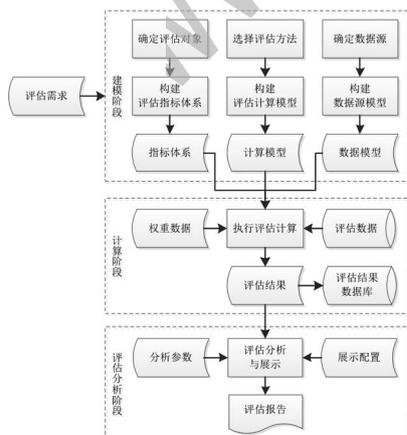


图1 效能评估流程

Fig.1 The process flow of effectiveness evaluation

(1)评估建模

在评估建模阶段，评估人员根据评估需求，针对评估对象建立评估指标体系；明确评估数据，建立评估数据与评估指标的映射关系模型；最后围绕选择的评估方法，同时结合评估指标体系与数据模型构建评估计算模型。

(2)评估计算

将评估指标体系、数据源模型与评估计算模型等按照评估流程组装为具体的评估任务，通过执行评估任务，最终得到效能评估结果。

(3)评估分析

评估人员根据评估目标，选择具体分析方法，通过配置分析参数，挖掘对评估对象系统效能影响的关键因素，生成评估报告反馈给评估对象系统的设计开发人员。

综合上述分析，为实现效能评估系统的可定制、通用性，面临三个主要问题需要解决，一是独立于具体的评估任务，面对由不同评估对象、评估指标体系、评估数据、评估计算模型所创建出的不同评估任务，系统具有可执行能力；二是评估计算模型的构建要独立于具体的评估方法，系统应具有对评估计算模型动态创建、修改的能力；三是系统应具有扩展能力，如随着评估技术的发展，当出现新的分析方法时，系统可实现对新分析方法的扩展。

3 系统总体架构(System total architecture)

基于对效能评估系统的分析，可定制效能评估系统框架采用分层架构。使用可视化建模技术和模型组合技术可满足效能评估的建模需求；使用基于算子组装的评估计算模型构建技术可满足对不同评估方法的建模需求；基于插件技术的开发可满足效能评估系统的扩展性需求。

效能评估系统框架为数据层、支撑层、功能层和视图四层架构，具体如图2所示。



图2 系统总体架构

Fig.2 The system total architecture

(1)数据层

数据层包括算子库、模型库和结果数据库，其中算子库存储了已开发好的各类算子；模型库中存储着评估指标体

系、评估计算模型等各类模型；结果数据库存储着评估计算结果和评估分析结果等数据。

(2)支撑层

支撑层包含了各功能开发所需要的基础插件，包括日志插件、数据库访问插件、算子访问插件和图表绘制插件等，概括说对下提供数据层的资源访问接口，并为上层的各功能插件提供基础服务。

(3)功能层

功能层涵盖了效能评估系统中各主要功能实现，是系统架构中体现核心价值部分，主要包括模型检验、计算引擎、算子组合、错误定位、评估分析、报告生成、算子管理等插件。

(4)视图层

视图层为用户提供交互界面，主要包括建模界面、结果展示界面等。如建模界面支持用户在可视化环境下，以所见即所得的方式进行模型构建；结果展示界面支持以图或表的形式为用户提供更直观的展现形式。

采用这种分层式架构，并遵循面向接口设计的思想，则层与层之间的依赖是向下的，即各层只依赖于其下层的接口实现，在不改变接口定义的前提下，这种层次架构是一个可抽取、可替换的“抽屉”式架构。开发人员可以只关注某一层，在定义好插件接口的前提下，很容易实现用新的插件来代替原有插件^[9]，可以提高系统的开发效率和代码的复用性，并在后期易于维护，降低维护成本。

4 系统的实现与应用(Implementation and application of system)

4.1 系统实现

基于前面的分析与设计，为验证方案可行性初步实现了一个通用效能评估及分析系统。该系统框架基于C++语言实现，采用MVC框架架构，其中用户界面基于MFC实现，图形展示基于MSChart控件二次开发，部分算子及分析模型采用Matlab语言实现，以DLL形式集成到系统中，数据库采用MySQL。

工具的运行界面如图3所示。

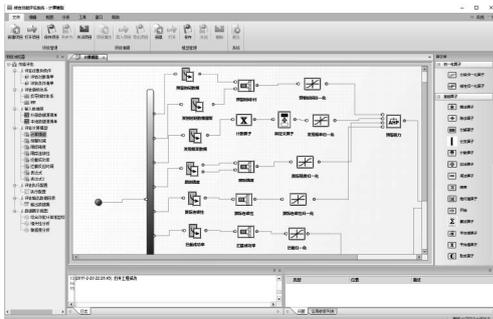


图3 工具运行界面

Fig.3 The running interface

支持评估模型的可视化构建，模型信息采用xml文件描述，以评估计算模型为例，在可视化建模界面中，通过拖拽算子、算子间采用有向线连接的方式实现计算流程，同时提供基于AHP、ADC等评估方法的快速构建计算模型向导，辅助用户自动生成评估计算模型，支持构建过程中对评估计算模型的实时校验和错误定位功能，使用户可及时发现并改正错误。

算子库中实现了包括基础类、控制类、数据预处理类和评估计算等类型的算子，基础类算子负责数学运算，如加减乘除等，可支持单值和矩阵两种数据形式；控制类算子负责控制计算流程，如开始、分支、结束等；数据预处理类算子负责完成评估数据的接入，实现了数据库和文件两种数据访问接口，可满足当前大部分系统的要求；评估计算类算子包括权重计算、加权求和和评估计算相关的算子。

4.2 系统应用

通过在反导评估案例、通信网案例中的应用，工具可满足不同评估对象的评估需求，并具有如下特点：

(1)系统针对不同的评估对象，可建立相应的评估指标体系、评估计算模型，并提供多种分析手段，满足其评估需求，使系统与具体的评估对象无关，体现了系统的可定制。

(2)可视化建模环境，无论是评估指标体系构建、数据源配置，还是评估计算模型构建，都提供友好的界面，对用户来说所见即所得。

(3)系统支持对算子库及分析方法的扩展，用户可基于算子开发规范实现满足自己需求的专用算子，或者新的分析方法，并支持不同开发语言，体现了系统的可扩展。

(4)系统支持用户通过拖拽算子的方式实现评估计算模型组合式建模，通过有向线的方式建立算子间数据输入输出关系；为提高建模效率，同时提供评估计算模型的半自动生成方法，体现了系统的易用性。

(5)系统支持图、表等可视化展示形式，用户可自定义展示方案，将计算或者分析结果数据按照定制的形式进行可视化展示，体现了系统的灵活性。

(6)提供评估分析报告的编辑、生成功能，支持保存为HTML、doc等不同的文件格式。

5 结论(Conclusion)

本文对不同效能评估系统总结分析后，提出了与评估对象无关、可满足不同评估需求的效能评估系统的设计方案，并为验证该设计的可行性进行了源码实现。工具提供可视化建模环境，可灵活定制评估流程，并支持组合式建模便于用

(下转第11页)