

仿真想定规范化开发方法

姚青锋, 冯少冲, 邸彦强, 朱元昌
(军械工程学院光学与电子工程系, 石家庄 050003)

摘要: 针对仿真想定权威性和重用性两方面的需求, 提出了一种通用的仿真想定规范化开发方法, 该方法建立在基于任务空间概念模型的仿真想定概念模型提取规范和基于 XML 的仿真想定描述规范之上。利用提取规范能够得到与真实军事信息无偏差的仿真想定概念模型, 并可以基于此建立合理且权威的仿真想定约束机制; 基于仿真想定描述规范, 可以得到标准格式的仿真想定, 以达到仿真想定重用性的目的。最后, 通过项目中的实际应用, 初步验证了该方法的合理性和有效性。

关键词: 仿真想定; 规范化开发方法; XML Schema; 权威性; 可重用性

中图分类号: V271.4; TP391.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-637X(2013)07-0082-05

A Standardized Method for Simulation Scenario Development

YAO Qingfeng, FENG Shaochong, DI Yanqiang, ZHU Yuanchang

(Department of Optics and Electronics Engineering, Ordnance Engineering College, Shijiazhuang 050003, China)

Abstract: In order to satisfy the requirement of authority and reusability of simulation scenario, we put forward a standardized scenario developing method which is based on two standards. One is abstraction standard of simulation scenario conceptual models based on Conceptual Models of the Mission Space, with which developers can get simulation scenario conceptual models no bias with military information and establish scientific and authoritative simulation scenario constraint mechanism. The other one is description standard of simulation scenario based on XML, with which developers can get simulation scenario that has a standard format accepted by simulation industry in order to achieve the goal of reusability. An example is given in simulation application, which proves that the method is rational and efficacious.

Key words: simulation scenario; standardized developing method; XML schema; authority; reusability

0 引言

仿真想定是组织和诱导作战仿真的剧情, 是在一定的作战背景下, 对参与仿真的作战双方的初始态势及其演变进行的抽象和形式化描述, 它能够在仿真开始时被仿真系统读取进而推动仿真向前执行。从仿真想定的定义和功能可以看出, 它是作战仿真的基础, 其内容是否完整, 来源是否权威, 直接影响到仿真的可行性以及仿真结果的可信度; 同样, 其描述的格式是否规范和通用, 也直接影响到仿真想定的标准化和重用性。

随着仿真的日益复杂, 一般情况下, 仿真想定的生

成都需要有编辑工具的支持, 在其可视化的环境下, 用户通过拖、拽、输入等操作完成仿真想定的编辑, 进而由工具自动生成并输出仿真想定。其后台的核心内容主要包括仿真想定的约束机制和描述机制, 约束机制主要是指对仿真想定格式、内容、数据类型等方面进行的约束, 约束机制合理与否直接影响到仿真想定的完整性和权威性; 描述机制主要是指采用一定的描述方法对仿真想定进行描述, 并以形式化的方式输出, 以便其在仿真应用中被读取和应用, 描述机制是否标准通用直接影响到仿真想定的标准性和重用性。

目前国内外科研机构针对仿真想定的开发, 先后推出了一系列用于生成、编辑、评估的工具。国外较著名的有加拿大 VPI 公司的 STAGE 软件, 可用于开发战术人工环境, 并能产生包含智能实体在内的逼真的战场想定。但是由国外引进的软件很难支持较深入的作战研

究^[1],同时其生成的仿真想定采用 STAGE 自定义的格式,用户无法反推其约束机制并进行修改,另外该格式当前没有被业内普遍接受,所以不利于在其他应用中重用。国内相关单位开发的仿真想定生成工具一般都是为具体项目开发^[2-3],往往与具体应用相耦合,并且仿真想定的数据格式也不统一,所以通用性和适应性较差。

本文针对目前仿真想定存在的权威性和重用性两方面的需求,提出了一种通用的规范化仿真想定开发方法,该方法主要建立在两个规范之上,即基于任务空间概念模型(Conceptual Models of the Mission Space, CMMS)的想定概念模型设计规范(Scenario Based on CMMS, SBCMMS)和基于 XML 的想定数据描述规范(Scenario Description Markup Language, SDML)。SBCMMS 规范在军事人员和仿真人员之间建立了对同一军事问题理解和沟通的桥梁,实现了对同一军事问题的一致理解,可以基于此建立起科学合理而又全面的约束机制;SDML 规范针对具体需求制定了一些特定的标记,采用 SDML 对提取出的想定进行描述,实现仿真想定标准化和重用^[4-7]。

1 CMMS 与想定之间的关系

CMMS 是独立于仿真的,它是对在各种关联于特定任务领域中的各种实体之间的活动和交互的层次描述,旨在为建立相容而有权威性的建模与仿真表述方式提供一个共同的起点,便于仿真部件的操作和重复使用。

CMMS 的提出为仿真开发人员提供了特定任务相关军事知识的规范化表达,相当于在现实世界军事知识与仿真之间引入了一个中间层,从而减少了仿真开发人员和军事人员之间对于同一军事问题理解的差异,很好地起到了承上启下的作用。

仿真想定的本质任务在于为训练或者仿真提供约束和前提条件(包括地形、气象、政治、军事、装备、战略战术等)。而 CMMS 则是在该具体条件下,对涉及的作战实体所执行作战过程的规范化描述。也就是说,一旦在确定具体的训练任务,并决定双方所使用的兵力等因素后,所形成的“任务空间”将使用 CMMS 中的规则和方法来细化该任务下作战实体所执行的战斗动作和作战过程^[8]。因此,任务空间概念模型是作战想定的重要组成因子。

2 基于 SBCMMS 规范的想定设计

在对军事演习进行具体分析、抽象过程中,一般按照“战斗样式-作战任务-兵力实体-实体行动及动

作-交互”的顺序来分解。以防空作战为例,任务分解流程如图 1 所示^[9]。

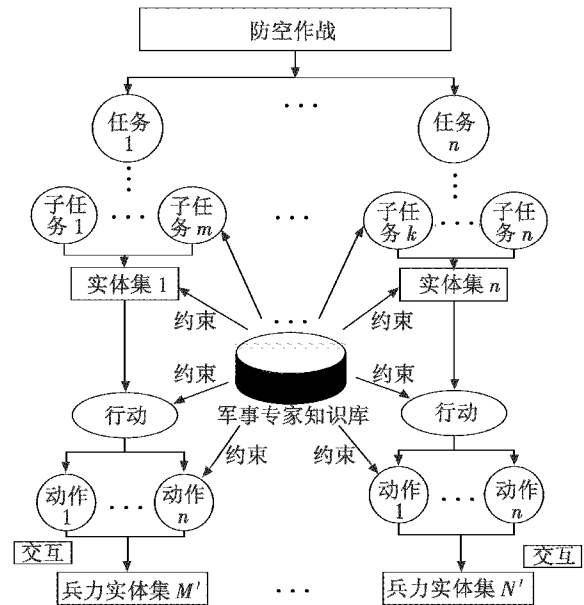


图 1 防空作战任务分解流程图

Fig. 1 Resolution flow chart of anti-aircraft defense task

对某一作战样式按照作战任务进行分解,而后基于 SBCMMS 规范采用 TEAI(T 指 Tasks 任务,E 指 Entity 实体,A 指 Action 行动,I 指 Interaction 交互)命名法对真实的军事信息进行提取和表述,以得到与具体仿真无关的、关于真实军事信息的一致性表述,该表述根据不同的训练任务和武器平台等要求,在特定领域的军事专家的参与下完成,军事、战术背景强。

1) 任务。任务可以细分为子任务,直至细化到最小粒度的任务,如图 1 所示。所以,一个任务可以看成是多个实体为了达到某种目的而进行的一系列的动作的组合,反映了各作战实体为了达到某种目的而存在的协作关系。在对任务进行描述时,主要需明确以下 6 点:① 任务的名称和标识(ID);② 任务要达到的目标;③ 任务的执行主体和承受客体;④ 实体的行动集;⑤ 实体交互集;⑥ 关联任务(影响因子)。任务可以抽象表示为:任务::=<名称,标识,目的,实体(执行主体、承受客体),行动,交互,关联任务(影响因子)>。

2) 实体。在任务空间中,实体可以分为主体和客体,主体是执行某一任务或者行动的实体,承受客体是主体执行某一任务或者行动的受体。实体可以抽象为^[10]:实体::=<名称,标示,特征属性,状态属性,空间属性,任务属性,效能属性>。

特征属性表示实体的类型、方别、上下级隶属关系、数量等信息;状态属性表示实体是否完好(伤亡)、

处在何种作战阶段、是否在执行某一动作等信息;空间属性表示实体的空间位置,如经纬度坐标等;任务属性表示实体所执行的任务;效能属性包括作战人员的战斗力以及武器装备的性能。

3) 行动。行动是对任务的执行,是在仿真中最小粒度的活动。行动可抽象为:行动::=<名称,标示,执行实体,承受实体,控制条件>。

执行实体是指行动执行的主体;承受实体是指某一行动被执行后的受体;控制条件是指行动执行的开始条件和终止条件。例如某型自行高炮对敌机进行射击,执行实体是自行高炮,承受实体是敌机,控制条件是敌机进入高炮雷达系统搜索范围并被锁定等。

4) 交互。交互是指一个实体作用于另一个实体所产生的影响和效果。交互可以抽象为:交互::=<交互名称,标识,发送实体,接受实体,交互数据集,预期效果>。

发送实体是指交互过程中交互数据的发送方或者影响的施加方,接受实体是指交互过程中数据或者影响的接收方,交互数据集是指交互过程中产生的数据,包括数据名称,数据类型等,预期效果是指交互发生时对实体产生的效果。

3 基于 SDML 规范的想定描述

采用 SDML 规范对想定进行描述,关键在于仿真想定大纲 Schema 的描述,一旦 Schema 被确定,采用相应的工具就能非常方便地生成基于该 Schema 的仿真想定。前文已经就基于 SBCMMS 规范的想定提取进行了探讨,并且得到了一般情况下通用的想定概念模型,所以本节只要根据想定概念模型,采用 Altova XMLSpy 工具制定想定大纲 Schema。

3.1 仿真想定总体结构

图2是仿真想定 Schema 总体结构。

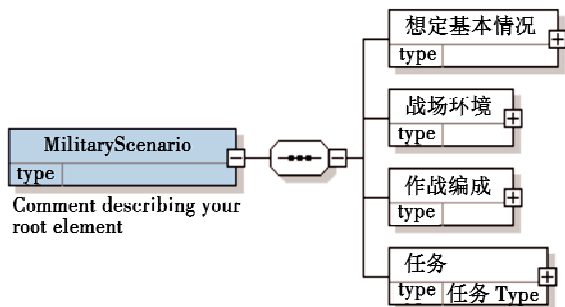


图2 仿真想定 Schema 总体结构

Fig.2 Overall structure of simulation scenario schema

一个完整的想定至少须有以下基本组成^[11]。

1) 想定的基本情况。描述了训练发生背景,如政治、军事、经济、战略战术等。

2) 战场环境。主要是指训练依托的地形,当下的气象,电磁环境等客观因素。

3) 作战编成。主要是在当前训练下双方投入兵力的统计以及编制,主要是以文本结合数字的方式为仿真提供一个概要性的描述。

4) 任务。想定的核心内容,由图1可知训练按任务细分,直至无法再分或者没必要再分为止,它是仿真想定的主体。

3.2 任务子元素

每一个任务都由名称、目的、标示等标记,如果任务可以再分,可以尽量分为一系列相互影响最小的子任务,这些子任务一同构成了完整的任务。图3所示是子任务元素 Schema 结构。每一个子任务都有相应的名称、标示、目的、该任务涉及的实体(执行实体和执行后的受体)、行动、交互以及同一层级的关联任务等标记。

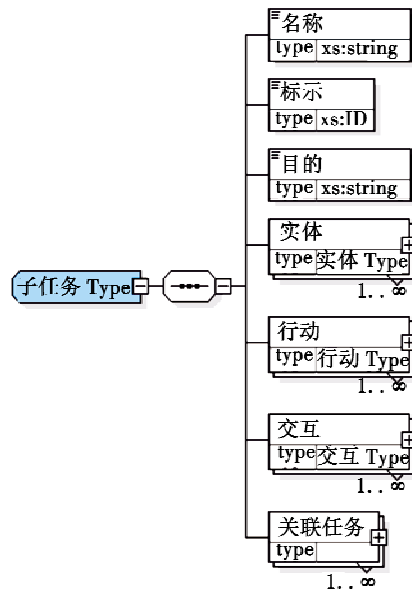


图3 子任务元素结构

Fig.3 Structure of sub-task element

3.3 实体子元素

实体可以是任务的执行实体,也可以是任务执行过程中承受结果的受体,实体 Schema 结构如图4所示。其中,type 属性表示实体类型,即是该任务的执行者还是结果的承受者,其他标记含义已在前文叙述,此处不再赘述。

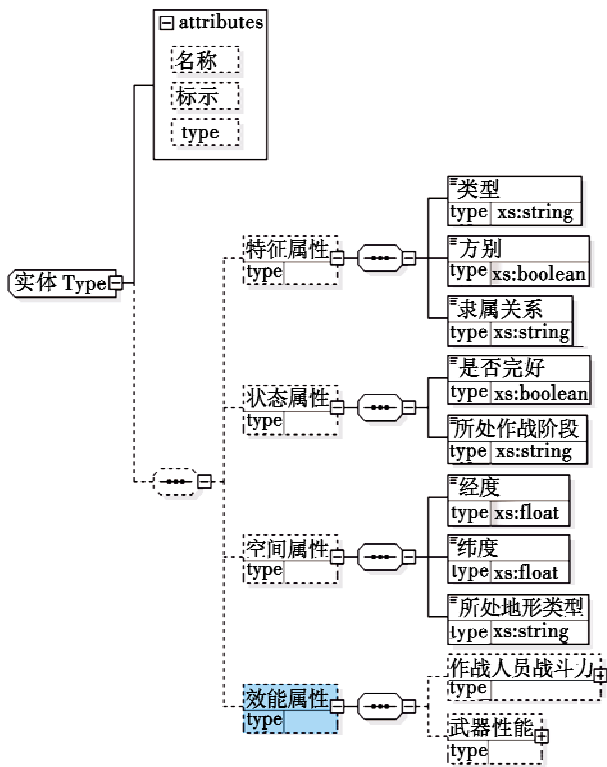


图4 实体元素结构

Fig.4 Structure of entity element

3.4 行动子元素

行动是任务得到具体实现的关键行为,在定义行动时要明确行动的发起者和行动的承受者,图5所示的行动实体 type 就是指该行动涉及的实体是执行者还是承受者。一个行动的控制条件决定着一个动作是否能够顺利完成,甚至是否能够执行。控制条件 Schema 结构如图6所示。一次行动可能有一重或者多重控制条件,所以控制条件出现的次数是可选的。每一控制条件都有行动标示和控制语句组成。如果该控制条件只是当前行动的条件,那么标示可以为空,但如果同时是其他行动的控制条件,行动标示必须一一列举。控制语句主要以数字加文本的形式体现。比如某型自行火炮防空作战时,敌机被雷达捕获进入火炮射程内并被锁定时,即可发生开火行动。

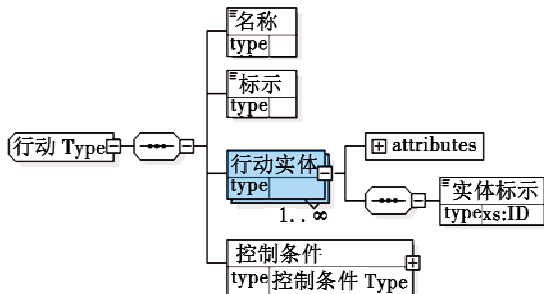


图5 行动元素结构

Fig.5 Structure of action element

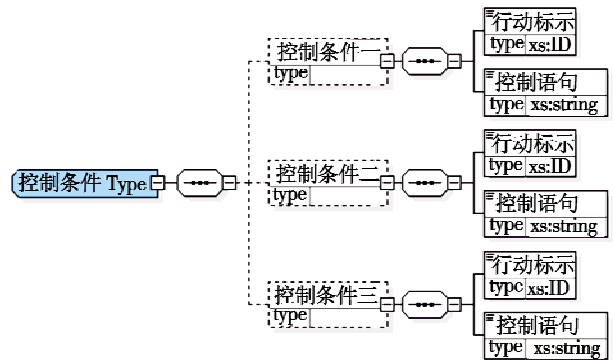


图6 控制条件结构

Fig.6 Structure of control requirement

3.5 交互子元素

交互是实体执行行动产生影响的载体,主要通过交互数据集给对方施加影响。如图7所示是交互元素 Schema 结构,交互数据集中有数据名称、数据类型和数据三个标记,数据标记下记录交互的数据。由于一次交互中交互的数据是不确定的,所以一次交互中交互数据集标记可以出现任意次。交互实体表示该实体是交互数据的“发出者”还是“接收者”,由属性 type 来指定,具体是哪一个实体,由标示来指定。另外,预期效果标记可以用以说明交互产生的可能的效果,是一个文本标记(即标记下的内容是文本内容)。

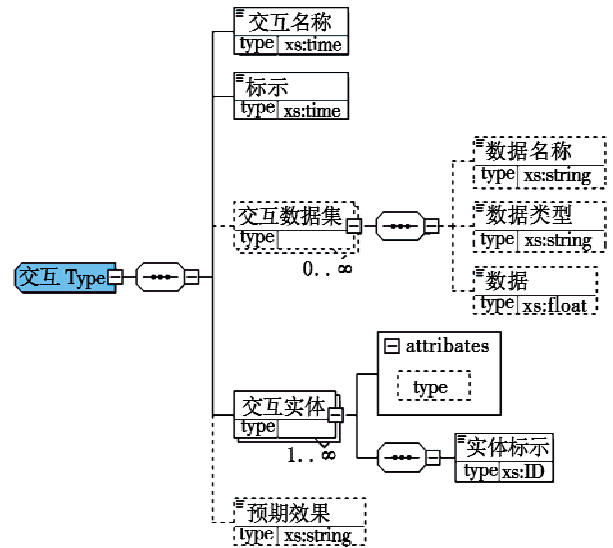


图7 交互元素结构

Fig.7 Structure of interaction element

4 应用实例

利用本文提出的仿真实定规范化开发方法可以得到基于一定军事背景、通用的仿真实定大纲。该大纲能够从约束机制和描述机制上对仿真实定加以规范,并且能被仿真实定编辑工具中的解析器读取并解析,然后根据用户在可视化界面上的输入,输出在大纲约

束下的具有仿真数据的仿真实想定 SDML 文档,从而被基于仿真实想的推演系统读取并推动仿真运行,如图 8 所示。

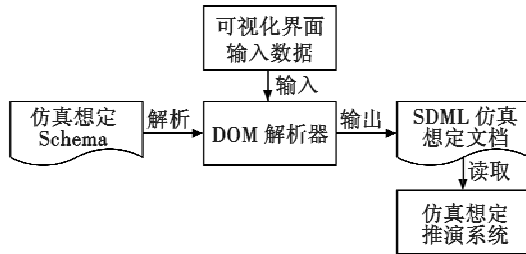


图 8 仿真实想定大纲应用流程

Fig. 8 Application flow chart of simulation scenario

本文所提的方法已经在某型自行高炮模拟训练平台中得到应用,应用于该平台的一个经简化的仿真实想定如下。

<任务

```
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:noNamespaceSchemaLocation="C:\DOCUME~1\Administrator\
Scenario.xsd">
```

<名称>某型自行高炮对空防御作战</名称>

<标示>001</标示>

<目的></目的>

<实体>

<实体名称="某型自行高炮"标示="1001" type="执行实体"/>

<实体名称="F22 战机"标示="1002" type="承受实体"/>

</实体>

<行动>

<名称>向空中目标射击</名称>

<标示>1011</标示>

<控制条件>目标被捕获且进入高炮射击范围</控制

条件>

<行动实体>1001</行动实体>

</行动>

<交互>

<交互名称>目标被击中</交互名称>

<标示>1111</标示>

<实体>1002</实体>

</交互>

</任务>

在该任务中,任务的执行实体是自行高炮,自行高炮搜索目标,并判断目标是否进入射击范围;受体是敌机,敌机按照预定的轨迹从远方冲着目标方向飞行;行动是开火,其控制条件是敌机被雷达捕获且进入高炮射击范围;交互是炮弹与敌机的相对坐标关系,如炮弹和敌机的坐标差值小于某个值时表示炮弹击中目标;预期效果是敌机被摧毁。

自行高炮对空防御作战任务效果如图 9 所示。

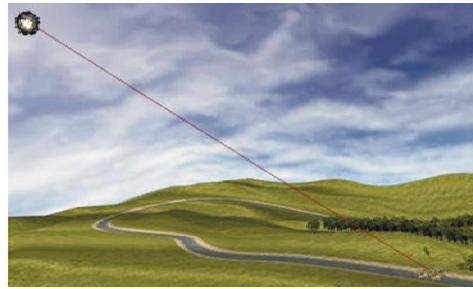


图 9 某型自行高炮对空防御作战效果图

Fig. 9 Effect of anti-aircraft gun defense fighting

5 结束语

本文针对仿真实想定需求,提出了一套开发方法,对仿真实想的提取、描述的标准化和规范化进行了初步的研究,并且在实际的仿真推演中加以应用,取得了较好的效果。但是必须看到,仿真实想定开发的标准化是一个系统工程,除了上述想定提取和描述以外,还有权威数据库、标准化的想定编辑环境、想定的裁剪和重构标准等都需要在下一步继续深入研究。

参考文献

- [1] 樊延平,柏杰,刘晗,等. 陆军战术作战仿真实想定生成方法[J]. 装甲兵工程学院学报,2011,25(3):69-73.
- [2] 郑黎,郑刚,胡晓惠. 卫星组网中仿真实想定生成系统设计与实现[J]. 计算机工程与设计,2011,32(3):1084-1087.
- [3] 王钦钊,何作,李小龙. 分队模拟训练想定生成系统研究[J]. 装甲兵工程学院学报,2010,24(2):50-52.
- [4] 高慧栋,王维锋,孙岩,等. 基于 XML 的作战仿真实想定方案生成软件设计[J]. 微计算机信息,2010,26(7):170-172.
- [5] WITTMAN R L Jr, ABBOTT J. Keeping up with the military scenario definition language[C]//Proceedings of the IEEE Spring Simulation, 2006:1-9.
- [6] 耿祥义,张跃平. XML 程序设计[M]. 北京:清华大学出版社,2011.
- [7] 陈欣,胡晓惠,付勇,等. 基于 XML 的仿真实想定标记语言 SSML[J]. 系统仿真学报,2004,16(9):1928-1930.
- [8] 陈彩辉,魏曙光. 基于任务空间概念模型(CMMS)的作战想定研究[J]. 计算机科学,2006,33(1):188-190.
- [9] 袁华. 海军战术仿真实想定空间辅助生成研究[M]. 北京:海潮出版社,2010.
- [10] 郭强,毕义明. 基于任务空间概念模型的导弹作战想定[J]. 计算机仿真,2008,25(12):88-91.
- [11] 丁大勇,毕长剑. 军事想定规范化描述接口研究[J]. 系统仿真学报,2006,18(s2):270-273.