

1-4-2019

Extensible Battle Management Ontology Language

Zaijiang Tang

Warfare Simulation Department of Exercise and Training Center, Academy of Army Armored Force, Beijing 100072, China;

Xiangzhong Xue

Warfare Simulation Department of Exercise and Training Center, Academy of Army Armored Force, Beijing 100072, China;

Xue Qin

Warfare Simulation Department of Exercise and Training Center, Academy of Army Armored Force, Beijing 100072, China;

Follow this and additional works at: <https://dc-china-simulation.researchcommons.org/journal>



Part of the [Artificial Intelligence and Robotics Commons](#), [Computer Engineering Commons](#), [Numerical Analysis and Scientific Computing Commons](#), [Operations Research](#), [Systems Engineering and Industrial Engineering Commons](#), and the [Systems Science Commons](#)

This Paper is brought to you for free and open access by Journal of System Simulation. It has been accepted for inclusion in Journal of System Simulation by an authorized editor of Journal of System Simulation.

Extensible Battle Management Ontology Language

Abstract

Abstract: The interoperability of command and control system with combat simulation system is an important and difficult problem in the construction of practical training environment. Aiming at the existing problems of semantic interoperability of language description, the battle management language, web ontology language and extensible markup language are studied. Based on ontology theory, *the extensible battle management ontology language (XBMOL) is proposed. The syntax structure and semantic annotation of XBMOL are analyzed as an extension to the C-BML. The XBMOL 6W1H architecture is designed, and the extensible grammatical structure and semantic tagging are described. An example with XBMOL is given, which lays a foundation for language interoperability between C4ISR system command and the simulation system.*

Keywords

extensible battle management ontology language, interoperability, command and control system, warfare simulation system, base ontology

Recommended Citation

Tang Zaijiang, Xue Xiangzhong, Xue Qin. Extensible Battle Management Ontology Language[J]. Journal of System Simulation, 2018, 30(11): 4220-4226.

可扩展作战管理本体语言研究

汤再江, 徐享忠, 薛青

(陆军装甲兵学院演训中心作战仿真室, 北京 100072)

摘要: 指挥控制系统与作战仿真系统互操作是实战化训练环境建设的重难点问题, 针对现有互操作语言语义描述不足问题, 在研究作战管理语言、本体描述语言和可扩展标记语言的基础上, 基于本体理论, 提出可扩展作战管理本体语言(XBMOL), 以可扩展标记语言XML为基础, 从时间、空间等方面对C-BML进行扩展, 在语义描述上对命令概念、时间、空间等嵌入语义标注, 对XBMOL组成、6WIH语法结构、语义标注等进行详细描述, 并基于XBMOL给出作战命令与仿真系统进行互操作的实例, XBMOL为指挥控制系统命令与仿真系统之间的互操作奠定语言基础。

关键词: 可扩展作战管理本体语言; 互操作; 指挥控制系统; 作战仿真系统; 基于本体

中图分类号: TP391.9

文献标识码: A

文章编号: 1004-731X (2018) 11-4220-07

DOI: 10.16182/j.issn1004731x.joss.201811021

Extensible Battle Management Ontology Language

Tang Zaijiang, Xue Xiangzhong, Xue Qin

(Warfare Simulation Department of Exercise and Training Center, Academy of Army Armored Force, Beijing 100072, China)

Abstract: The interoperability of command and control system with combat simulation system is an important and difficult problem in the construction of practical training environment. Aiming at the existing problems of semantic interoperability of language description, the battle management language, web ontology language and extensible markup language are studied. Based on ontology theory, the extensible battle management ontology language (XBMOL) is proposed. The syntax structure and semantic annotation of XBMOL are analyzed as an extension to the C-BML. The XBMOL 6WIH architecture is designed, and the extensible grammatical structure and semantic tagging are described. An example with XBMOL is given, which lays a foundation for language interoperability between C4ISR system command and the simulation system.

Keywords: extensible battle management ontology language; interoperability; command and control system; warfare simulation system; base ontology

引言

指挥控制系统与作战仿真系统的虚实结合是实战化训练环境建设的一个重要发展方向。作战仿

真领域的难点是指挥员和指挥机构行为仿真, 实兵操作实装指挥控制系统进行“人在环”指挥, 回避了“人”指控行为建模的难题、比较好解决了指挥控制系统装备建模的难点, 且战训一致, 通过作战仿真与实装指挥控制系统的互补、有机融合, 构成真正的“回路”, 指挥员指挥效果有动态作战结果的实时反馈, 使训练更加接近实战^[1]。

指挥控制系统与作战仿真系统的互操作是指



收稿日期: 2018-04-28 修回日期: 2018-06-08;
作者简介: 汤再江(1976-), 男, 云南昆明, 博士, 讲师, 研究方向为作战仿真、兵棋推演、模拟训练; 徐享忠(1974-), 男, 江西玉山, 博士, 副教授, 研究方向为作战仿真、模拟训练; 薛青(1961-), 男, 辽宁锦州, 博士, 教授, 研究方向为装备作战仿真、装甲车辆模拟器。

<http://www.china-simulation.com>

• 4220 •

两者能够进行双向通信, 正确接收、解析、理解来自发送方的信息, 并按照发送方所期望的方式做出反应^[2]。

由于在指挥控制系统、作战仿真系统之间没有共同通信语言, 导致了这些系统之间的互操作不理想。本文在研究互操作语言的基础上, 提出可扩展的作战管理本体语言 XBMOL, 基于 XBMOL 实现指挥控制系统命令与仿真实体之间的互操作。

1 互操作形式化语言

1.1 作战管理语言

美军希望建立一种使作战仿真系统和未来高度自动化无人作战系统都能一致理解指挥员意图标准化语言, 提高系统之间的互操作。

1998 年开始, 美军开始了对作战管理语言 (Battle Management Language, BML) 进行研究。仿真互操作标准组织 (SISO) 在 2004 年成立了 BML 研究小组, 将 BML 发展为一个公开的标准, 称为 C-BML (Coalition-BML)^[3]。在 2006 年 3 月, 该研究小组发布了 C-BML 开发的三个阶段, 目前的研究主要集中在数据模型和形式化语法前两个阶段, 对第三阶段的开发 BML 本体研究还比较欠缺^[4]。开发 C-BML 本体是为了更好的实现语义描述。如何结合本体研究成果, 实现更好的语义描述, 是实现指挥控制系统与作战仿真系统语义层次互操作的重要研究方向。

1.2 Web 本体描述语言 OWL

Web 本体描述语言 (Web Ontology Language, OWL) 是 W3C 在 2004 年 2 月推出的 Web 标准本体语言。OWL 允许以机器可处理的方式来描述知识的语义, 具有语义表达能力和描述逻辑的推理能力。OWL 描述的本体由类、类之间的关系, 属性、属性之间的关系及属性约束和实例构成^[5]。

目前 OWL 已成为构建语义网 (Semantic Web) 的标准语言。通过 OWL, 数据不仅能在计算机上显示, 并能被计算机自动化处理。只有数据被人和

计算机共享使用, 网络潜在的作用才能充分的发挥出来。

1.3 可扩展标记语言 XML

可扩展标记语言 (eXtensible Markup Language, XML) 是一种机器可读的标记语言, 可扩展性是其主要特征。1998 年 2 月 W3C 推荐成为国际标准。近年来, XML 已成为 Internet 事实上的信息交换标准。XML 可以根据需要自行定义标签。语法上要求所有标记成对出现, 所有的特性都须有值。

XML 在指挥控制领域和作战仿真领域都有比较广泛应用。XMSF 也采用 XML 作为系统之间的通信语言。HLA 中的 OMT 描述规范、BOM 描述等规范以及 MSDL、C-BML 等语言, 都采用 XML 进行定义。

OWL、C-BML 均以 XML 语言为基础, 进行相应的扩展开发。OWL 为本体模型提供清晰的、形式化的描述。本体是目前解决语义交互问题的一种比较有效的方式。

2 可扩展作战管理本体语言总体描述

针对我军作战条令和作战指挥术语, 根据我军指挥控制系统与作战仿真系统互操作的实际, 综合应用 C-BML、OWL 和 XML 的优点, 拓展改造 C-BML 语言, 嵌入更高层次的语义描述, 提出可扩展的作战管理本体语言 XBMOL (Extensible Battle Management Ontology Language), 采用本体建立基本的语义交互模型。

借鉴 C-BML 视图, 构建了一种基于多视图的 XBMOL 体系结构, 分别从概念视图、数据模型、协议、本体和语法等 5 个方面来描述, 可使 XBMOL 拥有语法语义甚至概念层次的全面互操作。

2.1 XBMOL 概念视图

XBMOL 概念视图: 使用标准军语、作战条令术语来表示命令、计划、报告、请求等。

不同国家对同一概念可能有不同的含义或解

释。例如,我军军语中对攻击(attack)定义为:主动打击敌方的行动。分为正面攻击、翼侧攻击、迂回攻击、超越攻击、垂直攻击和立体攻击等。美军作战条令攻击(attack)的定义:一种火力运动协调的攻击性行为,可以是主攻,也可以是辅助攻击。主要的攻击方式包括快速出击、蓄意攻击、破坏攻击、反击、突袭、佯攻等。

2.2 XBMOL 数据模型

XBMOL 概念定义了军事领域内的相关术语和实体,但并没有描述实体之间的关系。比如,XBMOL 概念定义了机步团和进攻两个实体,但它并没有指出这两个实体之间的关系。

XBMOL 采用 6W1H 的方式对作战命令、计划、报告等进行分类描述,数据模型为:

CDM=< Who, What, When, Where, Why, Which, How>。其中 Who 用来描述作战主体, What 用来描述作战任务, When 用来描述作战实施的时间, Where 用来描述作战行动的空间地域, Why 用来描述行动的意图, Which 用来指定是哪一方, How 用来描述如何行动的说明,采用什么方法、方式。

该数据模型能够对军事命令进行形式化的描述,同时也和 XBMOL 概念有着密不可分的关系。结构化 6W1H 模型能够适用于 XBMOL,自身也有一定的优越性,但他并不能描述整个战场的任何事件,也不能描述所有的数据以及他们之间的关系。例如, Who 类描述了不同的指挥人员和机构,但它不能够描述各级指挥机构之间的上下级关系。当然,可以对 6W1H 模型进行拓展以增强其表达能力。

2.3 XBMOL 协议

XBMOL 协议包括 XBMOL 定义的接口及访问这些接口的规范。为了将 XBMOL 数据从指挥控制系统传输到作战仿真系统,或将数据从作战仿真系统传输到指挥控制系统,XBMOL 必须有通信协

议。面向服务的基本思想是通过服务的方式软件功能,以提高异构系统之间互操作和协同工作的能力。XML 文件是网络服务信息传递的载体。XBMOL 采用 XML 来描述信息交换需求,因为 XML 目前已经成为描述指挥控制系统、作战仿真系统网络中传输数据的标准。

2.4 XBMOL 本体

本体能够把相关概念形式化,XBMOL 本体是 XBMOL 概念术语的形式化描述,它描述了作战领域的基本概念以及它们之间的关系,主要作用是在语义上描述相关概念。本体主要由:类、关系、实例、函数和公理等几个部分组成^[6]。XBMOL 本体具有一般本体的功能,它能够对作战领域内的相关概念进行形式化描述,并使不同系统对概念取得一致性理解。虽然 XBMOL 数据模型能够在某种程度上描述概念的语义信息,但它不能全部描述术语的语义,所以 XBMOL 仍然需要一个专用的 XBMOL 本体。XBMOL 本体可提高数据语义描述能力,并能提供对语义的推理功能。

XBMOL 概念根据军语、作战条令等形成了相关实体,数据模型表达了相关实体的部分关系,本体就是在 XBMOL 概念基础上对相关概念的形式化描述,它不但描述作战领域的基本概念,并且能够表达概念之间的联系。

本体和概念视图之间既有联系又有区别。概念视图描述的是各种军事术语,必须与军语、各种作战条令保持一致。本体也要描述军事术语,但它还要对概念术语进行抽象和形式化,表达概念术语的一般属性、关系和语义。

本体和数据模型之间的区别的主要是:本体表示的侧重主要是概念术语的意义和语义,数据模型表示的侧重概念术语的结构和语法。

2.5 XBMOL 语法

命令的语法就是要对命令进行形式化规范,使之能够无歧义的表达命令下达者、命令执行者、执

行何种任务, 任务的时间、任务的地点以及和其他任务进行协同的方式。

语法和数据模型关系密切, 语法就是把数据模型暗含的各数据之间的关系显示化, 从而能够直观的形成各种作战命令。句子语义是由明确语义的词汇加上连接词构成。

2.6 XBMOL 五个视图之间的关系

XBMOL 的五个视图是相互联系却又有区别。其中, 概念视图是 XBMOL 从军语和各种作战条令中获得的概念术语及含义, 建立初始词汇表, 包括所有的军事词汇, 它采用了 6W1H 结构; 数据模型是描述概念视图中各个概念之间关系的通用数据模型, 通过实体、属性及其值建立概念与数据模型间关系; 协议采用 XML 来规范各系统间的信息格式和访问规范, 须能够被语法理解、被数据模型描述; 数据模型是本体的基础, 本体中的所有元素都在概念中被定义; 语法规则将术语规范生成有意义的语句, 并与数据模型与协议建立关联。

3 可扩展的作战管理本体语言语法

3.1 数据模型 6W1H 描述

XBMOL 作为一种实现各系统之间互操作的语言, 要兼顾军事指挥人员和作战仿真人员。仿真人员在建立数据模型的时候, 就必须考虑到指挥人员的使用问题。所以该模型就一定要具有感知战场态势, 分析命令等功能。而模型要具有这些功能, 就一定要包含以下几个要素: 作战主体、作战实施时间、作战行动空间地域、该行动的意图等。XBMOL 概念采用 6W1H 要素内涵如下:

(1)“谁”(Who): 用来描述作战单位和敌方部队, 如机步连, 机步师等。确认作战对象的要素, 主要包含发出作战命令或计划的对象、发出报告的对象、接受命令的对象、执行命令的对象和作战行动打击的对象等。

(2)“干什么”(What): 用来描述作战任务或行动, 如机动、正面攻击、撤退等。确认作战行动

的要素, 主要包含将要发起和已经发起的作战行动。

(3)“什么时间”(When): 用来描述起止时间, 确定时间的要素。主要包含命令、计划、报告等将要进行和已经发生的作战行动的时间。

(4)“什么地点”(Where): 用来描述作战地域, 可能是一个地区或一系列地点, 例如途经地点名称或具体地点坐标。确定地点的要素, 主要包含将要发起和已经发起的作战行动的地点。

(5)“为什么”(Why): 用来描述作战行动的具体原因。确定作战行动理由的要素, 主要包含将要发起的作战行动的决心、意图和目的等。

(6)“哪一方”(Which): 用来描述使用范围, 不同国家和组织有不同的条令、不同的术语描述规范, 在描述时设定适用范围。

(7)“怎么干”(How): 用来描述如何行动的具体说明。确定如何实现行动的方法要素, 主要包含将要发起的作战行动具体方式、方法、手段等。

3.2 XBMOL 形式化语法

语言都要有自己相应的语法, XBMOL 语法是对数据模型中的数据项, 按照语法格式规范, 生成作战命令、报告、请示等。尽管 XBMOL 语法可以利用指挥控制系统与作战仿真系统数据模型的数据项来生成 6W1H 结构句子, 来描述作战任务和目的, 但由于数据模型无法完整描述数据的全部语义, 并且也不能生成命令和报告, 所以为 XBMOL 建立一套语法规则显然是必要的, 语法规定如何通过词汇构造句子。

语言学家认为语法应采用四元组^[8]的表现形式: $G = \langle S, N, \Sigma, P \rangle$

其中, S 是开始符号, N 作为非终止符号的有限集, Σ 是终止符号的一个有限集合, P 包含近乎所有的生成规则, 它是生成规则的有限集。BNF 是一种表示上下文无关语法的元语言, 是一种数学描述方法, BNF 语法结构易于转换为 XML 形式, 便于计算机理解及交互^[8]。

XBMOL 语法采用四元组定义, 生成规则采用 BNF 来描述: $S ::= \langle \text{Verb} \rangle \langle \text{Tasker} \rangle \langle \text{Taskee} \rangle [\langle \text{Affected} \rangle | \langle \text{Action} \rangle] \{ [\langle \text{Restrict-Where} \rangle] \langle \text{Where} \rangle \} \langle \text{Start-When} \rangle [\langle \text{End-When} \rangle] \langle \text{Why} \rangle \langle \text{Which} \rangle \langle \text{How} \rangle \langle \text{Label} \rangle \{ \langle \text{Mod} \rangle \}$ 。

XBMOL 语法结构实例如表 1 所示。

表 1 结构化描述作战命令
Tab. 1 Structured description of operational commands

命令类型	攻击命令	...
命令编码(label)	正面攻击
发文单位(tasker)	团基指
who 收文单位(taskee)	营指
目标单位(affected)	敌指挥所
what 作战任务(verb)	攻击
when 开始时间(start-when)	8: 00
截止时间(start-when)	8: 35
where 起始坐标(from-location)	A 地
终止坐标(to-location)	G 地
途经地点(route-where)	B、C
作战地域(at-where)	朱日和
why 作战意图	担任主攻
which 红方	中国
how 如何行动	按计划
mod 补充说明

4 XBMOL 语义标注

XBMOL 语法对作战命令进行形式化表示, 但这只是将数据按照统一的语法规则表现出来, 并没有表示语义信息, 需要进行语义标注。

4.1 本体中概念术语的标注

利用 XBMOL 可对本体中的概念术语进行标注。在命令表达中, 命令下达者、命令接收者、执行命令者等表示相应的作战单位, 例如师、团、营、连等, 可直接对实例进行标注, 采用 $\langle \#XXX \rangle$ 标签, 例如“XX 机步团”, 标注上 $\langle \#XX \text{ 机步团} \rangle$ 。具体作战行动, 如“机动”、“迂回”、“突击”等, 来自军语, 直接在本体库中搜索对应的实例进行标注, 如标上 $\langle \#机动 \rangle$ 、 $\langle \#迂回 \rangle$ 、 $\langle \#突击 \rangle$ 。

4.2 对时间的标注

XBMOL 形式化命令中, 时间有多种表达形式, 表示时间有多个限定词。可以采用时间实例的方法进行标注。从时间表达式中抽取出年、月、日、时、分、秒的值, 通过规则匹配, 然后按照 XBMOL 格式的模板创建一个时间的实例。

例如。时间模板匹配, 得出 Hour=10, Minute=15, 系统自动补全其他信息, 例如年、月、日没有值, 计算机采集系统时间, 默认为当天, 自动补充 Year=2016, Month=3, Day=7, 给出的时间没有精确到秒, 按规范格式要求, 补充 Second=0。根据时间本体实例, 构造模板可得标准、规范化的 XBMOL 描述时间。

```
<XBMOL: TIME rdf: ID="作战发起时间"/>
< XBMOL : yearValue rdf: datatype=" & xsd ;
positiveInteger">2016 </XBMOL: yearValue>
< XBMOL : monthValue rdf: datatype=" & xsd ;
positiveInteger">3 </XBMOL: monthValue>
< XBMOL : dayValue rdf: datatype=" & xsd ;
positiveInteger">7 </XBMOL: dayValue>
< XBMOL : hourValue rdf: datatype=" & xsd ;
positiveInteger">10 </XBMOL: hourValue>
< XBMOL : minuteValue rdf: datatype=" & xsd ;
positiveInteger">15 </XBMOL: minuteValue>
< XBMOL : secondValue rdf: datatype=" & xsd ;
positiveInteger">0 </XBMOL: secondValue>
</XBMOL: TIME>
```

标注中, “作战发起时间”为该时间实例的名称, 通过规则匹配获取年、月、日、时、分、秒的相应值。本体实例建立和标注后, 即可用 $\langle \#作战发起时间 \rangle$ 来标注相应的作战开始时间等。

4.3 对空间位置的标注

XBMOL 空间位置形式化描述, 采用空间拓扑相关的限定词。在使用时有两类约束关系, 定位约束和定向约束。定位约束, 如“在”、“到达”、“位于”等, 可采用 $\langle \#On \rangle$ 、 $\langle \#Arived \rangle$ 、

<“#LocatedIn”>等标识; 定向约束, 如“从”、“沿着”、“向”等, 可使用<“#From”>、<“#Along”>、<“#To”>等进行标注。这些限定词对于作战行动的地域起到限定作用。

具体地点可用地名、坐标(经纬度)、地名+坐标等标注。有地名的, 可直接用地名标注, 能够在本体中直接找到实例, 例如<“#A 村”>、<“#1 号高地”>、<“#A 村”>。没有地名的, 可以用坐标进行标注。

5 XBMOL 语言应用实例

根据 XBMOL 各个要素的标注方法, 可得到 XBMOL 命令的各个部分的语义, 各部分合并后形成整条命令的语义。

采用了 XBMOL 对命令本体进行标注。指挥控制系统生成并下达指挥命令, 经转换将命令语义信息存储在一个 XBMOL 文档中, 仿真系统通过解析该 XBMOL 文本表示的语义来获得对命令的理解^[9], 例如图 1 所示命令。

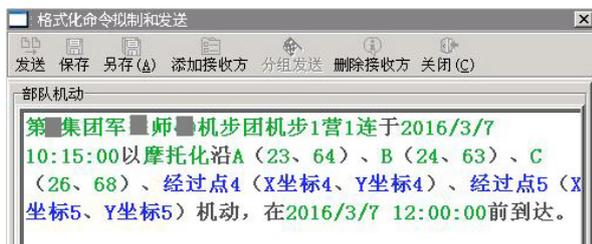


图 1 机动命令报文

Fig. 1 Maneuver command message

根据选中的报文模板, 分别填写相关参数。在该命令中, “机动”是标准命令术语, “营指挥所”、“机步 1 营 1 连”是相对固定军队编制, “D 村”、“坐标点 A、B、C”是作战地域中具体的地理位置, “沿着”是用来修饰位置的限定词, 这些都可以直接用 XBMOL 进行语义标注。按时间、空间语义标注方法进行时间和空间的标注。

作战仿真系统接受命令, 将其语义信息存储在一个 XBMOL 文档中, 仿真系统通过解析该 XBMOL 文本表示的语义来获得对命令的理解。

```
<XBMOL: XBMOL_ORDER rdf: ID="Order1"/>
<XBMOL: hasTasker rdf: resource="&XBMOL; 营指挥所"/>
<XBMOL: SendOrderTo rdf: resource="&XBMOL; 机步 1 营 1 连"/>
<XBMOL: hasTaskee rdf: resource="&XBMOL; 机步 1 营 1 连"/>
<XBMOL: hasAffected rdf: resource="&XBMOL; NULL"/>
<XBMOL: hasVerb rdf: resource="&XBMOL; 机动"/>
<XBMOL: hasAction rdf: resource="&XBMOL; NULL"/>
<XBMOL: hasStartTime rdf: resource="&XBMOL; Order_BeginTime"/>
<XBMOL: hasEndTime rdf: resource="&XBMOL; Order_EndTime"/>
<XBMOL: hasRestrictWhere rdf: resource="&XBMOL; Along"/>
<XBMOL: hasWhere rdf: resource="&XBMOL; 坐标点 A"/>
<XBMOL: hasRestrictWhere rdf: resource="&XBMOL; Along"/>
<XBMOL: hasWhere rdf: resource="&XBMOL; 坐标点 B"/>
<XBMOL: hasRestrictWhere rdf: resource="&XBMOL; Along"/>
<XBMOL: hasWhere rdf: resource="&XBMOL; 坐标点 C"/>
<XBMOL: hasRestrictWhere rdf: resource="&XBMOL; LocatedIn"/>
<XBMOL: hasWhere rdf: resource="&XBMOL; D 村"/>
</XBMOL: XBMOL_ORDER>
```

XBMOL 以 XML 为基础, 根据本体描述和互操作的需要自行定义标签, 可扩展性是 XML 的主要特征, 也是 XBMOL 的主要特征。采用 XBMOL

作为指挥控制系统和作战仿真系统互操作的标准转换语言, 具有较好的可扩展性。

6 结论

C-BML、OWL、XBML 底层均以 XML 语言为基础, XML 提供的仅仅是语法交互框架。C-BML 在 XML 基础上, 能够无歧义地表达指挥员意图。OWL 为编写本体模型提供清晰的、形式化的概念描述。XBML 对作战命令、报告等信息进行格式化、规范化的描述。XBML 与 C-BML 相比, 在语法和本体语义描述方面都有提高和扩展。在语义上, 应用本体, 对命令概念术语、时间、空间等方面嵌入语义标注。XBML 与 OWL 相比, XBML 采用 6W1H 结构规范描述交互信息内容, 通过时空限定词和语义标注, 无歧义地表达作战命令, 较 OWL, 提高军事适用性和互操作能力。

在研究 C-BML、OWL 和 XML 语言的基础上, 在语义表示, 拓展改造 C-BML 语言, 嵌入更高层次的语义描述, 将本体理论应用到 C-BML 中, 提出可扩展的作战管理本体语言 XBML, 从概念视图、数据模型、协议、本体和语法等 5 个方面对 XBML 进行了详细的描述, 对 XBML 语义标注进行了描述。为指挥控制系统与作战仿真系统互操作方法提供语言基础。

参考文献:

- [1] 汤再江, 徐享忠, 薛青, 等. 指挥信息系统与作战仿真系统互操作研究综述[J]. 系统仿真学报, 2015, 27(8): 1659-1664.
Tang Zaijiang, Xue Xiangzhong, Xue Qin, et al. Review on Interoperability of Command Information System and Combat Simulation System[J]. Journal of System Simulation, 2015, 27(8): 1659-1664.
- [2] 汤再江. 指挥信息系统与作战仿真系统互操作方法研究[D]. 北京: 装甲兵工程学院, 2017.
Tang Zaijiang. Study on Interoperability of Command Information System and Combat Simulation System[D]. Beijing: Academy of Armored Forces Engineering, 2017.
- [3] Andreas Tolk, Major Kevin Galvin, Michael Hieb, et al. Coalition Battle Management Language[C]// Proceedings of the 2004 Fall Simulation Interoperability Workshop, 04F-SIW-103. USA, 2004.
- [4] Mark J P, Douglas C, Thomas R, et al. Linked Heterogeneous BML Servers in NATO MSG-085[C]// Fall Simulation Interoperability Workshop, 13F-SIW-024, 2013.
- [5] 彭春光. 基于语义交互和动态重构的兵棋推演系统概念框架及其关键技术研究[D]. 长沙: 国防科学技术大学, 2010.
Peng Chunguang. Research on Semantic Interaction and Dynamic Reconfiguration based Wargaming System Concept Framework and its Key Technologies[D]. Changsha: National University of Defense Technology, 2010
- [6] 彭勇, 彭春光, 龚建兴, 等. 作战管理语言研究综述[J]. 系统仿真学报, 2009, 21(17): 5336-5339.
Peng Yong, Peng Chunguang, Gong Jianxing, et al. Research on Battle Management Language. [J]. Journal of System Simulation, 2009, 21(17): 5336-5339.
- [7] 鲍广宇, 朱立, 覃焱, 等. 基于本体的BML命令语义标注方法[J]. 计算机技术与发展, 2012, 22(9): 71-74.
Bao Guangyu, Zhu Li, Qin Yao, et al. A Semantic Annotation Method for BML Order Based on Ontology [J]. Computer technology and development, 2012, 22(9): 71-74.
- [8] 罗晨, 鲍广宇, 刘晓明, 等. 基于改进BNF的作战管理语言语法形式化方法[J]. 计算机科学, 2012, 39(4): 189-192.
Luo Chen, Bao Guangyu, Liu Xiaoming, et al. Grammar Formal Method of Battle Management Language Based on Improved-BNF[J]. Computer Science, 2012, 39(4): 189-192.
- [9] 汤再江, 薛青, 徐豪华, 等. 基于语义模板的指挥信息系统与作战仿真系统互操作方法[J]. 装甲兵工程学院学报, 2017, 21(17): 5336-5339.
Tang Zaijiang, Xue Qing, Xu Haohua, et al. Interoperability of Command Information System and Warfare Simulation System Based on Semantic Template [J]. Journal of Academy of Armored Forces Engineering, 2017, 21(17): 5336-5339.
- [10] 彭勇. 作战仿真模型体系分析及其模型设计与实现关键技术研究[D]. 长沙: 国防科学技术大学, 2011.
Peng Yong. Research on Key Technologies for Analysis of Model's Family, Design and Implement of Its Model for Warfare Simulation[D]. Changsha: National University of Defense Technology, 2011.