

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2010.04.001

空中截击概念模型及其建模方法

白凡¹, 张宏军¹, 高景涛², 王冠³

(1. 解放军理工大学 工程兵工程学院, 江苏 南京 210007; 2. 北京军区测绘信息中心, 北京 100042;
3. 工程兵指挥学院, 江苏 徐州 221000)

摘要: 针对 UML 在建立军事概念模型时存在语义上的缺陷, 提出对 UML 进行军事领域扩展, 建立语义完整的军事概念建模的 UML 元模型。介绍空中截击的概念模型, 以 UML 为基础作了具体实用扩展, 阐述军事概念建模的一般过程, 依据扩展元模型的语法和语义, 建立了空中截击概念模型。该方法能避免在描述军事概念模型时产生语义混乱, 也可应用于其它作战行动的概念建模。

关键词: 空中截击; 军事概念模型; 元模型

中图分类号: N945.12; N945.13 **文献标识码:** A

Air-Volley Conceptual Model and Modeling Method

BAI Fan¹, ZHANG Hong-jun¹, GAO Jing-tao², WANG Guan³

(1. Engineering Institute of Engineering Crops, PLA University of Science & Technology, Nanjing 210007, China;
2. Mapping Information Center of Peking Military Area, Beijing 100042, China;
3. Engineer Command College, Xuzhou 221000, China)

Abstract: Aiming at the semantic vice of UML in military conceptual modeling, put forward to extend the basic meaning of UML to military area, established a semantic integrated UML meta model for military conceptual modeling. Introduced the conceptual model of air-volley, and enlarged UML concretely, illustrated the common process of military conceptual modeling, and finally according to the extended syntax regulation, based the military conceptual model of air-volley. The method can avoid the semantic confusion in describing military conceptual model, also can be used for other maneuvers' conceptual modeling.

Keywords: Air-volley; Military conceptual model; Meta model

0 引言

空中截击是指歼击机或歼击直升机对空中目标进行的拦截与攻击^[1]。空中截击作战行动概念建模, 要完成对空中截击作战过程的抽象和形式化描述^[2], 实现对各类作战实体协同完成对敌空中截击的作战任务、实施过程、动作交互的抽象和描述。当前, 作战行动概念建模的方法多种多样, 并在实践中得到应用^[2-3]。但综合比较建模方法的特点^[2], 采用 UML 建立空中截击概念模型更有利于将概念模型向系统实现模型转化。UML 作为通用建模语言, 有着丰富的建模元素和机制^[4], 但其包含的概念(如类、对象和属性等)都来自面向对象编程语言, 缺少支撑作战行动概念建模统一定义的语法和语义。故通过对 UML 进行军事领域的扩展, 将 UML 的模型要素与作战行动要素(如任务、实体等)对应起来, 使扩展后的 UML 能符合军事概念建模的要求。

1 军事概念建模的 UML 扩展元模型

1.1 作战行动要素的抽象

作战行动要素应能反映军事行动作战任务、作战规则、过程逻辑、任务交互等认知元素。在任务空间概念模型理论中, 美军采用 EATI 方法对军事行动进行抽象和描述^[5]。EATI 将军事行动分解成可辨识的知识元素, 如实体、行动、任务、交互等^[6], 实现了对作战行动要素的抽象。故以 EATI 元素为基础, 结合军事行动宏观描述要求, 将作战行动的主要要素抽象为过程、实体、动作、任务、交互。

过程从宏观上表现了军事行动的流程和任务, 它由一系列关联的子过程和动作组成; 实体是参与在军事行动中的一切对象, 包括主动实体和被动实体, 主动实体是动作的发起者和执行者, 通过控制、操作被动实体完成军事任务, 如作战单位是主动实体, 而装备物资是被动实体, 主动实体间还存在从属、关联、协作、对抗等关系; 动作是对实体军事行动的抽象, 动作引起实体状态的变化和任务的推进; 任务是军事行动的目标, 主动实体既有全局的任务, 又有前后关联的各阶段子任务; 交互是任务间信息的传送, 包括命令、攻击、传输、通信、支

收稿日期: 2009-11-06; 修回日期: 2009-12-15

作者简介: 白凡(1982-), 男, 四川人, 解放军理工大学在读硕士研究生, 助理工程师, 从事军事建模与仿真研究。

援等。

1.2 UML扩展元模型的建立

根据作战行动的抽象要素及其相互间关系，对UML基本语义进行扩展，建立了军事概念建模的UML扩展元模型如图1。

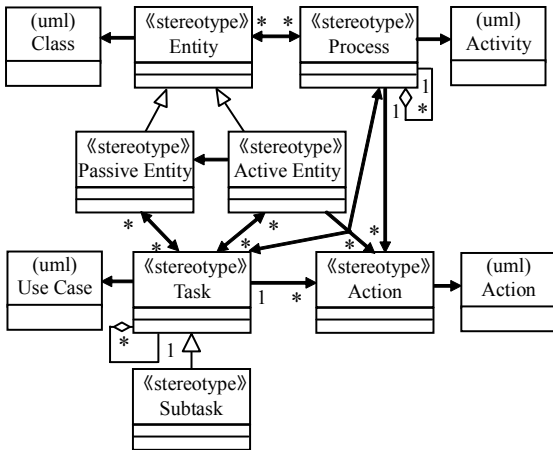


图1 军事概念建模的UML扩展元模型

元模型描述了军事概念模型的要素及相互间关系，各要素采用类的形式来表示：构造型<<Entity>>扩展自UML的Class元素，表示军事行动中的实体，它派生出两个子类：主动实体<<Active Entity>>和被动实体<<Passive Entity>>，<<Active Entity>>控制和支配着<<Passive Entity>>；<<Process>>扩展自UML的Activity元素，表示军事行动中的过程；<<Task>>是对UML的Use Case元素的扩展，表示军事行动中的任务，<<Task>>派生出子任务<<Subtask>>；<<Action>>是对UML的Action元素的扩展，表示军事行动中的动作。各元素之间的关系采用UML的关系机制来表示：<<Entity>>和<<Process>>、<<Entity>>和<<Task>>之间都是多对多的关系，一个<<Entity>>可执行或参与多个<<Task>>和<<Process>>，同时一个<<Task>>或<<Process>>可拥有多个执行者和参与者，<<Active Entity>>可执行和参与<<Task>>，而<<Passive Entity>>只能参与<<Task>>；<<Process>>和<<Action>>、<<Task>>和<<Action>>之间是一对多的关系，一个<<Process>>由<<Process>>或<<Action>>组成，而一项<<Task>>包含<<Active Entity>>的<<Action>>序列。

2 军事概念建模的过程

军事概念建模的过程，是对军事概念从宏观到微观、从结构到行为的抽象和描述过程，它包含过程建模、任务建模、实体结构建模、行动建模步骤。

过程模型采用面向过程的思想，从宏观上把握军事概念，描述军事活动涉及到的具体活动和动作，及由谁负责活动或动作；任务模型描述主动实体的作战任务，是对军事行动目标宏观的抽象；结构模型描述军事活动的实体和关系，是对军事概念组织结构的描述。行动模型阐述实体的军事行为状态和实体间的交互。军事概念建模的一般过程如图2。

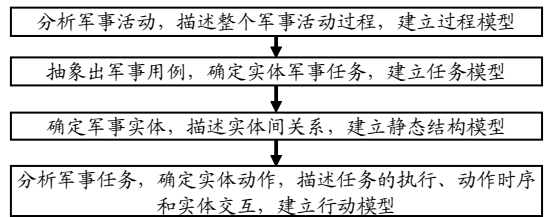


图2 军事概念建模过程

3 “空中截击”军事概念模型

3.1 “空中截击”过程模型

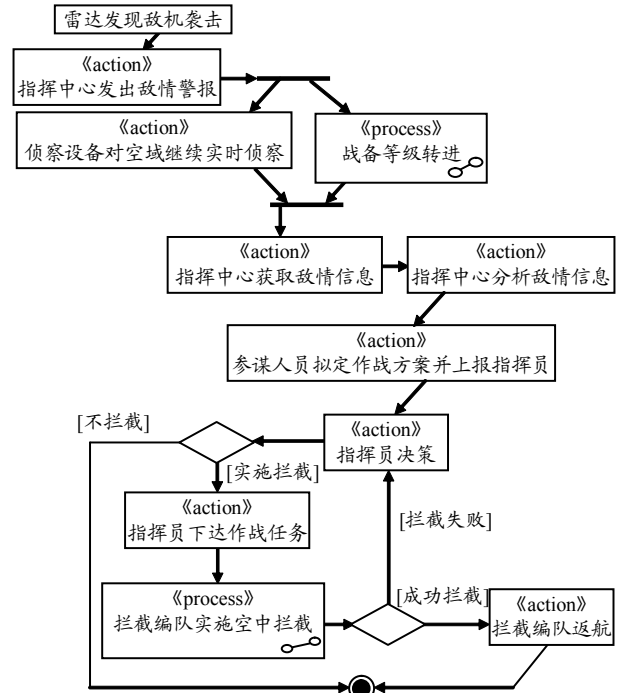


图3 空中截击作战行动过程

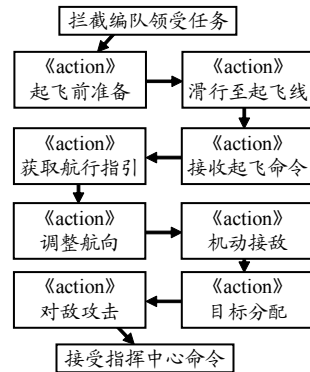


图4 拦截编队实施空中拦截子过程

空中截击作战行动过程模型如图 3。一旦我方雷达发现敌机袭击, 即进入起始状态; 当我方编队成功拦截并返航, 或指挥员决策不对敌机实施空中拦截, 过程结束。图中“拦截编队实施空中拦截”是一个子过程, 它包含从拦截编队领受任务开始, 到空中截击战斗结束间的动作, 具体过程如图 4。

3.2 “空中截击”任务模型

空中截击作战行动所需参与者包括指挥中心、指挥员、拦截编队等如图 5, 通过用例图对各主动实体的任务进行了界定和明确。

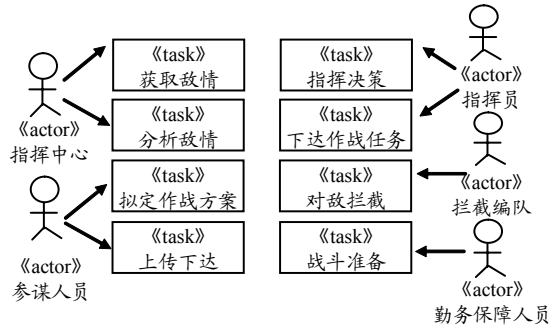


图 5 空中截击任务模型

3.3 “空中截击”实体结构模型

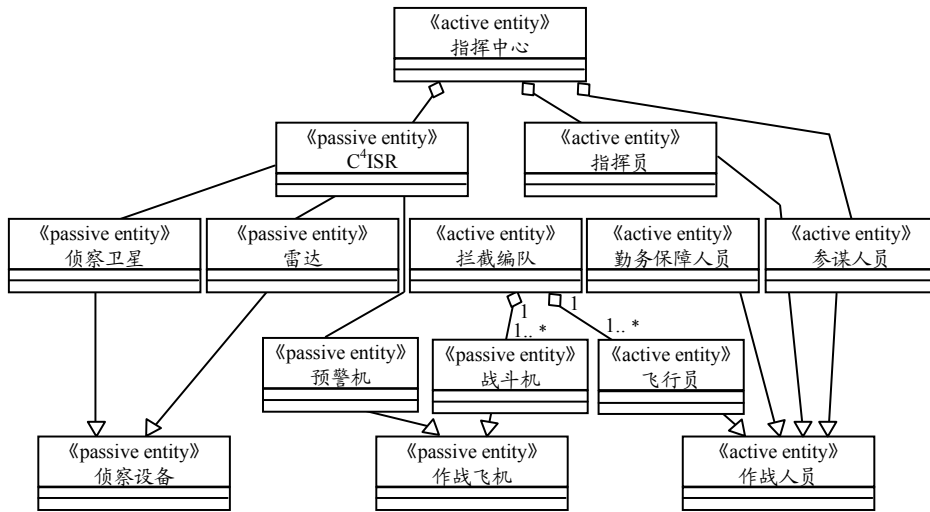


图 6 空中截击的静态结构模型

实体抽象为: 作战人员类、侦察设备类、作战飞机类。作战人员是军事行动的执行主体; 雷达、预警机、侦察卫星、战斗机是截击行动所依赖的重要设备。空中截击的静态结构模型如图 6, 描述空中截击行动中作战实体组织结构和指挥体系层次。

3.4 “空中截击”行动模型

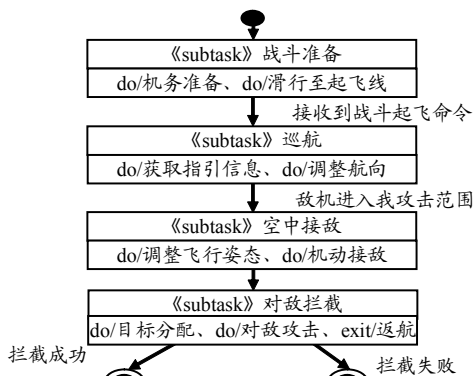


图 7 拦截编队状态图

在作战过程中, 军事活动表现为具体的作战行动和动作。图 7 描述了拦截任务推进中我方拦截编队所处各个状态。图 8 通过序列图描述了空中拦截

的交互模型, 它直观有效地反映了指挥员、保障人员、拦截编队等实体协同完成拦截任务的动作顺序、时机和交互。

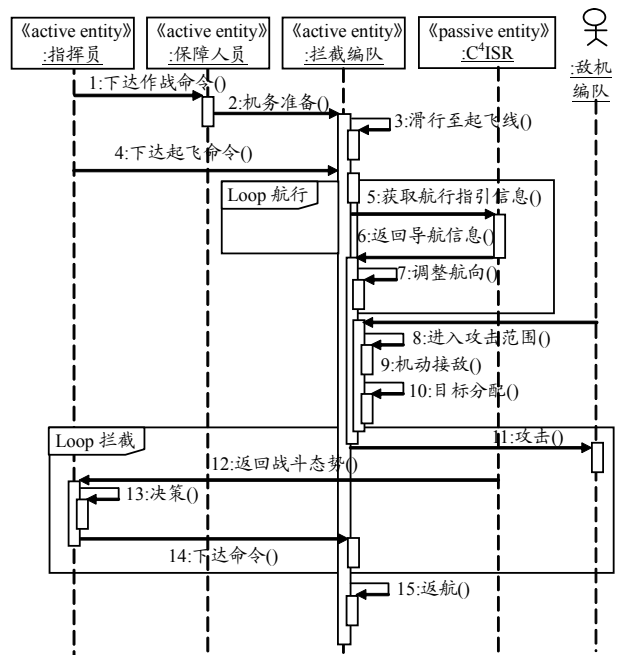


图 8 空中拦截序列图

(下转第 11 页)

表4 时间窗 (h)

点	时间窗								
	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆	V ₇	V ₈	V ₉
开始时间	0.2	0.2	0.1	0.3	0.4	0.6	1.1	0.3	0.6
终止时间	1.5	1.8	0.5	0.9	2.3	1.4	2.6	1.7	2.1

表5 各点需求量 (t)

点	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆	V ₇	V ₈	V ₉
需求量	3.1	5.2	5.5	2.7	6.3	3.9	4.8	4.7	6.7

各参数设定为 $m=6, \sigma=3, \alpha=2, \beta=4, \rho=0.5, \lambda_1=0.6, \lambda_2=0.4, NC=150, Q=10$, 采用 MATLAB 编程语言对设计的优化算法进行编程, 随机运行得到结果见图 3, $L=489.842$ km, 需要 5 辆运输车, 运输路线分别为 0-2-1-0, 0-3-4-0, 0-5-0, 0-7-9-0, 0-8-6-0。使用传统蚁群算法求解得到的结果为 $L=578.720$ km, 需要 6 辆运输车, 运输路线分别为 0-3-0, 0-4-0, 0-6-0, 0-1-2-0, 0-7-5-0, 0-9-8-0。根据结果比较可证明, 使用设计的改进蚁群算法能够取得较好的计算结果, 设计的运输路程比传统蚁群算法设计的路程缩短 15.36%。

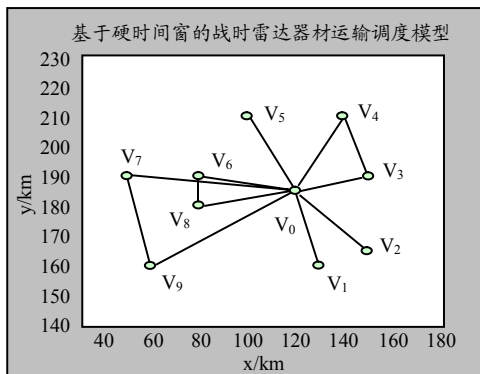


图3 基于硬时间窗的战时雷达器材运输调度路线图

4 结论

在综合考虑影响战时运输调度的指标因素的基础上建立了运输调度模型, 并针对基本蚁群算法容易早熟的问题, 设计一种改进的蚁群算法。经验证, 该算法简单、有效, 具有较好的实际操作意义。

参考文献:

[1] 段海滨. 蚁群算法原理及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 2005.
 [2] 卢峰, 吴大舜, 曹兰. 蚁群算法理论及应用[J]. 科技广场, 2008, 15(5): 133-135.
 [3] 原思聪, 刘道华, 江祥奎, 等. 基于蚁群算法的多维有约束函数优化研究[J]. 计算机应用研究, 2008, 25(6): 1682-1684.
 [4] 朱庆保, 杨志军. 基于变异和动态信息素更新的蚁群优化算法[J]. 软件学报, 2004, 15(2): 185-192.

[5] 曹浪财, 罗健, 李天成. 智能蚂蚁算法-蚁群算法的改进[J]. 计算机应用研究, 2003, 22(10): 62-64.
 [6] 徐婕, 詹士昌. 动态调整信息素的蚁群算法[J]. 汉中师范学院学报, 2003, 21(2): 31-35.
 [7] 覃刚力, 杨家本. 自适应调整信息素的蚁群算法[J]. 信息与控制, 2002, 31(3): 31-35.
 [8] Mester,D,Brfiysy. Active guided evolution strategies for large scale vehicle routing problems with time windows[J]. Computers & Operations Research, 2005, 32(18): 1593-1614.
 [9] 高桂清, 王汉坤, 武建, 等. 基于模糊理论及蚁群算法打击任务量化限[J]. 四川兵工学报, 2009(10): 1-3.

 (上接第3页)

4 结束语

通过对 UML 的语义进行军事领域扩展, 将作战行动要素及关系纳入其中, 避免了在描述军事概念模型时产生语义混乱, 使其对军事概念模型的描述具有较好的针对性和适用性。实践结果表明: 运用扩展后的 UML 语法和语义, 从宏观和微观、从结构到行为的角度完整地抽象和描述了空中截击行动的整体过程、逻辑结构和行为动作, 所建立的模型能良好地转化为系统实现模型。将该方法应用于其它作战行动的概念建模, 也取得了良好的效果。

参考文献:

[1] 军事科学院. 中国人民解放军军语[S]. 北京: 军事科学出版社, 1997.
 [2] 王杏林, 曹晓东. 概念建模[M]. 北京: 国防工业出版社, 2007.
 [3] 张宏军. 军事建模理论与方法[M]. 南京: 解放军理工大学, 2003.
 [4] Grady Booch, 等. UML 用户指南[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
 [5] 潘庆华. 基于 MDA 的军事仿真建模研究[D]. 南京: 解放军理工大学, 2009.
 [6] 胡晓峰, 等. 战争模拟引论[M]. 北京: 国防大学出版社, 2004.
 [7] 谭乐祖, 陈晓君, 李岩, 等. 坦克分队目标威胁评估与火力优化模型[J]. 四川兵工学报: 2009(1): 108-109.