

战舰防空战术演练系统的仿真研究

李 博, 张学锋

(安徽工业大学 计算机学院, 安徽 马鞍山 243032)

摘 要:针对传统军事防空战术演练中存在费用高、风险大等问题,为了能够在防空战争占得先机,需要对敌我双方实力进行评估,于是提出了可配置的战舰防空战术演练系统。系统通过设置每次战术演练的参数等信息,然后将配置好的参数文件传递到仿真模块,通过仿真界面模拟战术演练的整个过程。系统在演练结束后生成演练结果,还可以得到不同的参数对于战术演练的影响程度,最后导出整个演练报告。通过实验结果显示,战舰防空战术演练系统设计合理,仿真逻辑正确,可用于军事上战术效能评估。

关键词:可配置;战舰防空;战术演练;仿真系统

中图分类号:TP391.9

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2015)01-0173-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2015.01.039

Simulation Research on Warship Air Defense Tactical Training System

LI Bo, ZHANG Xue-feng

(College of Computer, Anhui University of Technology, Ma' anshan 243032, China)

Abstract:In view of the problem of high cost and risk in traditional military air defense tactical drill, in order to take the lead of the air defense war, need to evaluate the strength of both sides, and propose a configurable warship air defense tactical drills system. The system set the parameters and other information for each training, then pass the configured file to the simulation module and show the simulation results. After the simulation training, the influence of different parameters for tactical training can be shown. Finally, the system can export the entire drill reports. The experimental results show that warship air defense tactical drills system is designed reasonably and the simulation logic is correct, which can be used for military tactical performance assessment.

Key words:configurable; warship air defense; tactical drills; simulation system

0 引言

在现代化的军事战争中^[1],空中打击力量逐渐起到重要作用^[2],如何防守空中力量攻击正引起研究人员广泛的兴趣^[3-6]。如果通过真实的战术实验每次只能进行一种仿真环境的实验,而且会耗费大量的人力和物力资源^[7],若采用计算机仿真的方法可以减小资源消耗,并可以起到很重要的辅助作用^[8-10]。

为了解决实战军事演练带来的问题^[11],并通过对仿真演练的学习提出并开发了可配置的战舰防空仿真演练系统^[12-13]。该系统可以实现设置任意演练战术以满足不同战术演练的需要,设置完成后可以通过仿真比较真实地看到战术设置之后达到的效果,给军事演练提供参考,极大地节省了军事演练的时间和成

本^[14-15]。系统包括配置模块、仿真模块、查看结果和导出报告模块,通过 XML 文件在配置模块和仿真模块之间传递消息,实现每个模块的独立性,达到每个模块执行不同的功能。每个模块协作完成军事战术演练,达到真实军事演练的效果。

1 战舰防空仿真演练系统框图

战舰防空仿真演练系统框图如图 1 所示。

战舰防空防御的目标主要是空中机动目标,其中空中机动目标多指巡航导弹。这要求战舰防空仿真演练系统能够实时监测到巡航导弹的动向,同时必须可以控制防空武器如战舰上的高炮追踪到巡航导弹并进行攻击。这要求系统需要一直监测防御区域内是否有

收稿日期:2014-02-15

修回日期:2014-05-20

网络出版时间:2014-11-17

基金项目:安徽省自然科学基金(1308085QF113)

作者简介:李 博(1988-),男,硕士研究生,研究方向为计算机仿真;张学锋,副教授,硕士研究生导师,研究方向为计算机仿真与模式识别。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20141117.2207.031.html>

巡航导弹等空中机动目标的存在,一旦监测到空中目标就需要做出相应措施。演练结束的标志是战舰击落所有来袭空中目标或者战舰被来袭空中目标击毁,也可以手动结束演练。在演练结束后可以查看演练结果和导出演练报告,作为战术演练的评估。

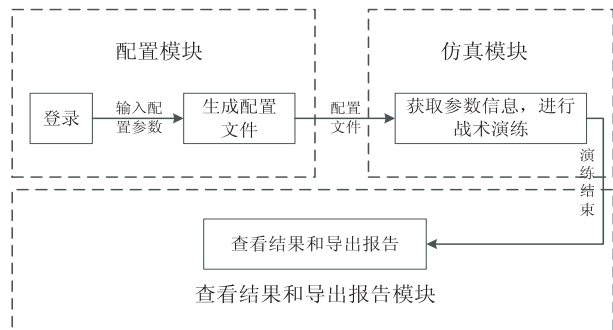


图 1 战舰防空仿真演练系统的框架

2 战舰防空仿真演练系统框架

战舰防空仿真演练系统主要包括三个模块,分别是配置模块、仿真模块、查看结果和导出报告模块。配置模块是用户与系统交互信息的模块,用户根据战术需要可以设置不同的信息,包括控制空中力量的数量、位置、速度、火力等信息,以及控制防空力量的数量、火力等。当用户设置好配置信息并保存后,系统会自动生成配置文件并传递给仿真模块。仿真模块是通过模拟战场形式将用户设置的一系列参数产生的效果展现出来,用户可以很直观地看到设置不同参数所带来的影响。演练结束后,可以通过查看结果和导出报告模块查看本次演练的一些信息和结果,还会生成一个演练报告给用户,在报告中将演练的过程和空中力量的损耗以及本方防空力量的损耗都展示出来,用户能够很直观地看到效果,可以通过设置不同的配置参数来改变战术。通过这种可配置的战舰防空仿真演练系统节省了进行军事战术演练的成本,还可以很方便地完成战术演练的需要,为军事演练带来很好的辅助作用。

2.1 配置模块

配置模块是当用户登录系统后出现的界面,能够设置仿真演练所包含的所有参数。用户通过配置界面可以实现与仿真模块查看结果和导出报告模块的交互,配置模块是用 Microsoft Visual Studio 2010 开发平台开发的。首先用户需要新建工程或者打开工程,这样才可以进行一系列的参数设置,用户可以通过选中需要做出改变的参数,输入自己需要的数值,当用户对某种参数信息进行更改之后,可以选择保存参数信息,就会生成一个后缀名是 .xml 类型的配置文件,配置文件生成之后,可以单击“开始演练”按钮,这时就将参数传递给仿真模块,并调用仿真模块开始进行战术演

练。在参数信息中可以设置巡航导弹信息、高炮信息、战场环境信息。

在巡航导弹信息设置中可以设置巡航导弹的数量、距离、速度等参数值生成巡航导弹的信息,通过设置这些信息可以对战术演练产生一些效果,还可以选择部署导弹攻击的划分区域,选择不同的参数值表示将战舰看作一个整体还是不同的部分。

在高炮信息中可以设置高炮的数量、高炮命中概率、高炮速度等信息,同时可以选择高炮在战舰上的布局任意部署,选择的每一个区域都与演练系统中的战舰位置坐标一一对应,能够直观地看到用户选择的高炮部署,可以通过改变战舰上高炮的坐标实现模拟不同的战术需求。

用户还可以设置环境信息,可以选择不同的天气信息,包括晴天、阴天、雨雪等,还可以选择海面的风力情况。

2.2 仿真模块

仿真模块是用三维游戏开发工具开发的,其中仿真模块涉及到不同的模型,包括空中打击力量,当前设定为巡航导弹,后续会继续添加不同的武器类型,空中力量攻击目标是海上的战舰,防守战舰上的武器暂时设定为高炮。仿真需要的主要模型和场景都是通过建模工具来实现,然后导入到开发工具中使用,这样可以提高开发效率,节省开发时间。

仿真模块是将战术演练展示给用户的功能模块,通过获得配置模块设定的参数信息,仿真模块对这些信息进行分类,分别处理。在仿真模块初始化的时候会将空中打击力量,即巡航导弹信息包括巡航导弹的个数、位置信息、速度信息等提供给仿真系统模块。当系统开始运转的时候,系统会有巡航导弹预警功能,当巡航导弹与防御目标的距离小于预警距离的时候,在演示界面会提示有空中目标出现,这时系统会分配战舰上的高炮对监测到的巡航导弹进行火力打击,同时系统会实时监测当前炮弹与巡航导弹的状态,再决定是否再次控制高炮发射炮弹。当所有的巡航导弹被击落或者防御目标被摧毁或者用户单击按钮终止演练,演练结束。图 2 和图 3 是演示击毁巡航导弹界面,图 2 是发现巡航导弹并已经击毁一个巡航导弹,图 3 是巡



图 2 命中巡航导弹



图3 导弹爆炸效果

航导弹被击毁并产生爆炸效果。

2.3 查看结果和导出报告模块

在查看结果模块中可以查看巡航导弹信息、高炮信息、战舰信息。包括巡航导弹的个数、命中概率、高炮个数、战舰毁伤程度、坚持时间。

导出报告是指在演练结束之后生成一个 Word 格式的战术演练报告,报告中会记录仿真过程中的信息,用户可以通过演练报告评估演练的效果。

3 战舰防空仿真演练系统涉及算法

3.1 命中概率

命中概率是指发射一发炮弹时,获得命中弹的概率,它通常是命中弹数与发射的全部弹数之比,是衡量发射一发炮弹命中目标可能性大小的数值指标。该系统中的命中概率算法主要研究的是战舰上高炮击中来袭的巡航导弹的概率,经过参考一些命中概率的方法得到如下的命中概率算法:首先设定一个初始的概率,这个初始概率是在配置模块由用户设定,因为在实际的战术执行过程中命中概率还与巡航导弹和战舰的距离、巡航导弹的速度等因素有关,所以要在初始概率的基础上乘上一个参数,这个参数是巡航导弹到战舰的距离与设定巡航导弹距离范围最大值的比值和巡航导弹的速度与设定速度范围的最大值的比值的乘积。得到的这个参数值与初始的概率乘积就是最后得到的命中概率。

命中概率公式如下:

$$P = \frac{P_{\text{set}} \times V_{\text{set}} \times S_{\text{set}}}{V_{\text{max}} \times S_{\text{max}}} \quad (1)$$

式中, P 表示最后的命中概率; P_{set} 表示配置模块设置的命中概率; V_{max} 表示设定速度范围的最大值; S_{max} 表示设定距离范围的最大值; V_{set} 表示这枚巡航导弹的速度值; S_{set} 表示这枚巡航导弹到战舰的距离值。

在模拟战场战术演练过程中战舰上发射炮弹击中巡航导弹的命中概率是通过以下方式得到的:每发射一发炮弹就生成一个 0~1 之间的随机数,如果这个随机数大于通过式(1)得到的命中概率 P ,则这发炮弹没有击中巡航导弹;如果这个随机数小于刚才得到的命中概率,这发炮弹就击中巡航导弹。通过这种方式获

得的命中概率可以很真实地反映设定的命中概率以及巡航导弹与战舰之间的距离等参数之间的关系。能够给击中巡航导弹带来数据上的参考。

3.2 火力分配

火力分配是指对于来袭的空中目标分别选择最有效的防空兵器和数量进行拦截,形成较优的兵力兵器使用方案。在实际作战中,通常是多个火力发射单位对多个目标进行攻击,这就需要确定各单位在不同时间的攻击目标,即把火力单位分配给各个目标,这即通常所说的火力分配。火力分配历来是作战计划的重要组成部分。较好的火力分配算法能够提高防守或者进攻的效率和成功性。

系统的火力分配是指合理地分配战舰上的高炮,使得高炮可以高效地摧毁来袭巡航导弹,达到在较短的时间击毁来袭巡航导弹,起到保护战舰的目的。

系统中使用的火力分配算法如下:每时每刻监视来袭的巡航导弹距离战舰的距离,当高炮数量少于巡航导弹数量时,高炮的火力攻击目标是距离战舰最近的目标,直到高炮数量大于巡航导弹时,高炮集中攻击在这一时刻距离战舰最近的目标。由于来袭的巡航导弹的速度不是一样的,这一时刻距离战舰近的有可能下一时刻距离战舰就远了,所以要一直监控巡航导弹距离战舰的距离,通过这种火力分配算法可以有效地提高防守的效率。不会将火力随意分配,进而造成火力的浪费。

4 战舰防空仿真演练系统的特点

文中选择 Visual Studio 2010 和 Unity3D 开发工具开发该系统,是因为 Visual Studio 2010 具有开发方便、兼容性好的特点以及 Unity3D 是当前开发仿真及三维动画领域比较成熟和方便的开发工具。选择 XML 类型作为配置文件,XML 比通用标记语言要简单,但能提供通用标记语言许多功能^[16]。网站开发者可以自定义文档类型^[17]。战舰防空仿真演练系统具有如下特点:

(1) 提出了可配置战舰仿真演练系统,将配置模块和仿真模块分开,通过配置文件交互,分工明确,各自完成不同的工作。

(2) 系统可以演练不同的战术,根据用户需要灵活地调整战术需求。

(3) 演练结束后的查看结果和演练报告可很好地反映本次战术演练的效果,可作为战术评估的参考。

5 实验结果及分析

5.1 实验数据

实验中通过查看结果模块提取巡航导弹的个数、

巡航导弹命中概率、高炮个数、设定高炮命中概率、战舰毁伤程度、坚持时间。通过进行六次演练来对战术演练的效果进行分析、验证。

5.2 实验结果

演练结果显示如表 1 所示。

表 1 演练结果显示

实验 次数	巡航 导弹 个数	巡航导弹 命中战舰 概率/%	高炮 个数	设定高炮 命中概 率/%	战舰毁伤程 度(剩余生 命值)/%	坚持 时间 /s	演练 时间 /s
第一次	3	33	3	30	75	72	72
第二次	3	0	3	80	100	61	61
第三次	3	0	6	30	100	58	58
第四次	3	0	6	80	100	45	45
第五次	6	16.67	6	80	75	76	76
第六次	6	66	3	30	0	95	95

5.3 结果分析

通过六次战术演练的模拟,可以得到以下结论。通过比较第一次和第二次实验可发现,在巡航导弹和高炮个数都一样,而设定命中概率不一样的情况下,设定的命中概率越高,将巡航导弹击落的成功率越大,战舰的剩余生命值越多,演练的时间也相应减少,命中概率是影响战术演练的重要因素,设定不同的命中概率能够影响战术演练。比较第一次和第三次实验可以发现,在巡航导弹个数和高炮命中概率相同的情况下,设定不同的高炮个数,对战术演练也会有不同的影响,当设定的高炮个数增加之后,也会增加击落巡航导弹的成功率,并会减少演练时间。比较第四次和第五次实验可以发现,在高炮个数和命中概率都相同的情况下,设定不同巡航导弹个数,对战术演练也会有不同的影响,当设定的巡航导弹个数增加之后,击落巡航导弹的成功率在降低,演练时间也增加了。比较第五次和第六次实验可以发现,在只有巡航导弹个数相同的情况下,增加高炮个数和提高高炮命中概率可以很显著地提高击落巡航导弹的成功率,并且会减少演练时间。

通过实验可以看到,通过该战术演练系统能够很真实地反映在不同的条件下,战术演练得到的不同结果,不同的巡航导弹个数、高炮个数以及不同的命中概率都会对演练结果产生不同的影响,该战术演练系统可以很好地达到辅助战术演练的目的。

6 结束语

可配置的战舰防空仿真演练系统通过可配置的方式,能够给战术演练提供很大的方便,还节省了战术演练的时间和花费。用户通过在配置模块设置参数就可以看到模拟真实战场的战术演练效果,在战术演练结束之后还可以将提供的演练报告作为设定不同参数产

生的战术评估参考。

参考文献:

[1] Law A W, Kelton W D. Simulation modeling and analysis [M]. [s. l.]:McGraw Hill Book Co,1982.

[2] 封会娟,于永利,张 柳,等. 机动防空任务聚合级装备作战单元维修性仿真[J]. 计算机技术与发展,2009,19(11):230-233.

[3] 黄柯棣,邱晓刚,段 红,等. 略论军用仿真技术面临的需求与发展的方向[J]. 系统仿真学报,2001,13(1):6-9.

[4] 商长安,刘兴堂,仵 浩. 军用大型复杂仿真系统的特点及其置信度评估对策[J]. 系统仿真学报,2002,14(5):609-612.

[5] 邢清华,刘付显. 攻防对抗系统建模与仿真[J]. 计算机仿真,2002,19(5):12-14.

[6] 雷永林,吴扬波,王维平,等. 仿真模型可重用性的概念与判定研究[J]. 系统工程与电子技术,2009,31(1):182-186.

[7] 邹庆元,宋 晗,陈宗基. 多机多编队飞行仿真系统研究和设计[J]. 系统工程与电子技术,2008,30(4):677-681.

[8] 刘跃峰,张 安,康敏畅,等. 防区外导弹联合攻击武器系统攻防对抗仿真[J]. 系统工程与电子技术,2008,30(7):1286-1290.

[9] Zhang Xuefeng,Zhang Yanxia. Simulation research on damage efficiency of multiple launch rockets intercepting aircraft[J]. World Journal of Modeling and Simulation,2008,4(4):312-318.

[10] 郑 龙,刘敬军,罗鹏程,等. C3I 系统的网络可靠性综述[J]. 计算机技术与发展,2006,16(4):11-13.

[11] 李伯虎,柴旭东,朱文海,等. 现代建模与仿真技术发展中的几个焦点[J]. 系统仿真学报,2004,16(9):1871-1878.

[12] 毛少杰,李玉萍,居真奇,等. 区域综合防空 C3I 仿真系统的设计及实现[J]. 系统仿真学报,2003,15(2):208-211.

[13] Yang Yuhang,Li Zhizhong,Zhang Li. Failure data and inferential statistics preferentially based mission reliability evaluation methods[J]. Journal of System Simulation,2004,16(12):2761-2763.


[14] Stevens W K. Use of Modeling and Simulation (M&S) in support of the assessment of Information Technology (IT) and Network Centric Warfare (NCW) systems and concepts [C]//Proc of fall simulation interoperability workshop. Orlando,Florida:[s. n.],2002.

[15] 夏鸿建,王波兴,陈立平. 多体系统仿真分析平台参数化建模技术研究[J]. 计算机集成制造系统,2007,13(8):1511-1518.

[16] Kim S M,Yoo S I. DOM tree browsing of a very large XML document design and implementation[J]. Journal of Systems and Software,2009,82(11):1843-1858.

[17] Zhang Shuohao. Supporting polymorphism in XML data[D]. Washington:Washington State University,2006.

战舰防空战术演练系统的仿真研究

作者: 李博, 张学锋, [LI Bo](#), [ZHANG Xue-feng](#)
作者单位: [安徽工业大学 计算机学院, 安徽 马鞍山, 243032](#)
刊名: [计算机技术与发展](#) 
英文刊名: [Computer Technology and Development](#)
年, 卷(期): 2015(1)

引用本文格式: [李博](#). [张学锋](#). [LI Bo](#). [ZHANG Xue-feng](#) [战舰防空战术演练系统的仿真研究](#)[期刊论文]-[计算机技术与发展](#) 2015(1)