

基于产品机制的环境数据重用方法研究

谢孔树¹, 黄晓冬², 王存仁³, 温 玮²

(1. 海军航空工程学院 控制工程系, 山东 烟台 264001;

2. 海军航空工程学院 电子工程系, 山东 烟台 264001;

3. 海军航空工程学院 青岛分院, 山东 青岛 266041)

摘要:综合自然环境建模与仿真是当前军事建模与仿真领域研究的热点与难点,而在不同应用领域的SNE数据的重用则是一个发展趋势。首先,从综合环境数据层次入手,研究了基于数据产品机制的数据重用方法的基本原理和计算方法,并分析设计了该数据产品机制的仿真实现方式;然后,通过具体分析CDB(Common DataBases),来阐述了上述方法的可行性与实用性;最后,根据CDB在应用上的不足,分析了数据产品机制今后的发展方向,为建模与仿真领域的数据库重用提供了一些新的见解。

关键词:综合自然环境;环境数据重用;数据产品;仿真实现;CDB

中图分类号:TP39

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2012)04-0211-04

Research on Environment Data Reuse Method Based on Production Mechanism

XIE Kong-shu¹, HUANG Xiao-dong², WANG Cun-ren³, WEN Wei²

(1. Department of Control Engineering of NAEI, Yantai 264001, China;

2. Department of Electronic Engineering of NAEI, Yantai 264001, China;

3. Qingdao Branch of NAEI, Qingdao 266041, China)

Abstract: Synthetic Natural Environment (SNE) modeling and simulation is a research hotspot and aporia in military M&S domain and it is an obvious trend to reuse SNE data among multitudinous systems. To start with researching on layers of synthetic environmental data flow, fundamentals and processings of the data reuse method based on data product mechanism was systematically summed up, and a simulation implementation way was analyzed and designed for the mechanism in the paper. And then feasibility and practicability of above-mentioned reuse method were illustrated by analyzing Common Databases (CDB) initiative. Finally, through the disadvantages of CDB, the development direction of the data production method was pointed out, which provided a new train of thought for data reuse in SNE M&S domain.

Key words: synthetic natural environment; environmental data reuse; data production; simulation implementation; CDB

0 引言

作为现实世界的基础,综合自然环境与包括人类在内的所有对象进行着物质与能量的交互。因此,在仿真领域,尤其是在国防和军事仿真领域,必须考虑到综合自然环境的作用。综合自然环境数据一大特点是类型繁多,而且时刻变化,尽管研究人员已经开发出了很多的环境数据库、数据格式等,能够有效地支持仿真世界,但是随着仿真技术的不断发展,单一的环境数

据格式并不能满足系统互联与互操作的需求,如何提高综合自然环境数据的重用性、降低成本、节约资源成为了一项重要的研究课题^[1,2]。

1 综合自然环境数据及其重用性

1.1 SNE建模与仿真数据需求

当前,人们已经开发了许多军事仿真应用系统。表1列出了一些仿真应用领域对于环境数据的要求,从表中可以看到,尽管它们对环境数据有着自己特殊的需求,但环境数据所包含的内容基本是一致的。只是对于环境数据的描述形式和描述角度有较大的不同。因此,如果针对不同的应用系统重新开发新的环境数据,势必造成资源浪费;相反,如果能对已有的环境数

收稿日期:2011-09-04;修回日期:2011-12-11

基金项目:总装“十一五”预研项目(51304030205)

作者简介:谢孔树(1986-),男,四川邻水人,硕士生,研究方向为综合自然环境建模与仿真、CGF;黄晓冬,博士后,副教授,研究方向为HLA、作战仿真等。

据进行重复利用,将起到事半功倍的效果。

表 1 不同仿真应用对环境数据的需求

仿真应用	数据需求简要描述
CGF 仿真	环境中的点、线、面等特征,通行性、可视性,影响各兵力的环境属性等
三维视景仿真	环境对象的三维模型、运动模型、可视化效果等
传感器仿真	传感器所能探测的环境数据,对其性能有影响的环境数据等
战场态势显示	战场环境概要数据,敌我双方兵力部署、运动、作战等数据
电子地图	道路、河流、高程、地标、地区边界等数据

1.2 SNE 环境数据重用

环境数据重用是指一种系统所使用的环境数据能够被其他系统重复使用而无需重新进行开发的技术。需要指出的是,这种数据重用并不是直接使用,而是在具体用于其他系统时还需要相应的处理过程。

SNE 数据重用具有以下几个优点^[1]:

一是可以降低开发成本,现有的环境数据可以被共享,人们只需开发少量的环境数据;

二是促进系统之间的关联,相同的环境数据可以用于视景、传感器和 CGF 仿真,从而增加了系统之间的联系;

三是增加了与分布式仿真中其他成员的互操作性,由于都使用相同的 SNE 数据,因此互操作性更强了。

1.3 SNE 数据流层次

在 SNE 建模与仿真环境数据流中,根据环境数据内容及其功能的不同,一般将其分为三个层次的数据^[1,2](见图 1):源数据(Raw Source Data)、中间数据(Intermediate Level Data),以及运行时数据(Runtime Data)。源数据层是对基本环境数据的描述和表示,这一层次的数据是相当丰富的,而且往往具有不同的格式,如果将它们统一为一种数据格式,不仅成本高,而且可行性低。实时数据层与具体的应用系统和设备相关,其数据特征性强,集成度高。可见,这两层并不适合建立数据的重用机制,只有中间层数据是连接两端数据的桥梁,最适合在这里“做文章”。

在 SNE 数据流的中间层建立数据重用机制,有两种思路可以考虑:

一是提供一种通用的、完整的 SNE 数据产品,能够支持绝大多数系统对于 SNE 数据的需求,称为基于数据产品的数据重用方法;

二是提供一种标准的数据表示与交换机制,各个

系统能方便地使用这种交换机制来利用对方的 SNE 数据,称为基于数据交换机制的数据重用方法。

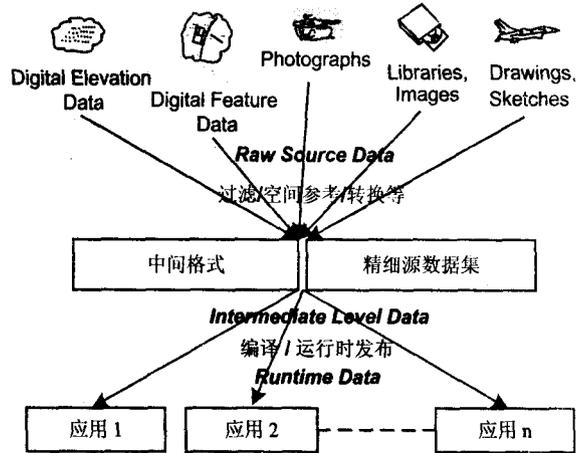


图 1 SNE 数据层次

2 基于数据产品机制的 SNE 数据重用方法

2.1 SNE 数据产品

SNE 数据产品主要是指与具体应用相关的 SNE 数据库以及 SNE 数据格式等。在这方面的研究、开发与应用也比较早,形成了一系列大量运用于工业、国防等领域的数据产品。MG Flight 是 20 世纪 80 年代 Multigen 公司开发的专用于视景仿真的数据格式和规范,它独立与仿真器的开发,是较早形成工业化标准的一个专用数据格式。在 90 年代该公司又进一步开发了 OpenFlight 数据格式,以支持虚拟现实领域的大规模应用。之后根据应用需求不同,许多部门或公司又相继开发了 TIFF 格式、JPEG-2K 格式、Shape 格式等专用数据格式^[3,4]。

但是,随着对环境数据需求的不断增加,人们逐渐发现开发新的数据格式或者数据库往往带来数据重用率低的缺陷,于是开始考虑如何有效利用已有的数据格式提高数据重用性。在这一理念的推动下,人们开始了公共环境数据库的研发工作,并取得了一系列成果,如 PSI 计划(Portable Source Initiative)、MDB 计划(Master Database)和 CDB 计划(Common Database),形成了 PSI、MDB 和 CDB 相关的技术规范 and 行业标准,并成功应用于一些大型分布式仿真系统中^[4,5]。

2.2 SNE 数据产品机制的基本方法

数据产品机制旨在提供一套符合绝大多数工业标准的、能广泛应用的公共 SNE 数据产品。这一数据产品可以是一套结构化、规范化的数据库,也可以是一系列能够满足各种需求的数据格式的集成,从而减少 SNE 数据产品开发的成本和时间,提高数据的重用性。

图 2 示意了数据产品机制的基本方法,可以分为两个阶段:数据准备与建模阶段、数据发布与应用阶段。数据准备和建模阶段是实现数据产品机制的关键

环节,数据来源可以是原始的环境数据源、环境数据库、存储媒介中的数据格式以及地球服务器产生的数据等,其结果是生成公共的、通用的综合环境数据产品。这一阶段所涉及到的基本方法包括^[4-7]:

(1) Formatting,数据格式化,即将输入数据按照工业上广泛使用的各种标准进行相应的格式规范,如 OpenFlight, Shape, JPEG, JPEG-2K, TIFF 等数据格式规范。

(2) Error handling,错误检查,即对形成的这些规范数据格式进行相应的语法语义检查,保证数据的完整性和一致性。

(3) Geo-referencing,地理空间坐标参考,即实现描述同一环境对象或属性的数据在地理空间坐标上的统一,避免数据的不一致现象。

(4) Registration,注册,即对于新添加的数据类型或数据格式,需要提供一个注册的机制,从而丰富公共数据产品所支持的数据内容。

(5) Harmonization,一致性检查与处理,即对符合各种数据格式规范的环境数据与源数据进行一致性检查,保证传递过程中数据不发生畸变。

(6) Structuring,结构化,将各种数据格式以一定的方式组织起来,如分片、分层或是 LOD 等,并提供一套实现结构化的方法,从而能够方便快捷地使用这些数据。

(7) De-normalizing,对整个数据产品进行规范化处理,满足一定的形式化要求,优化该数据产品。

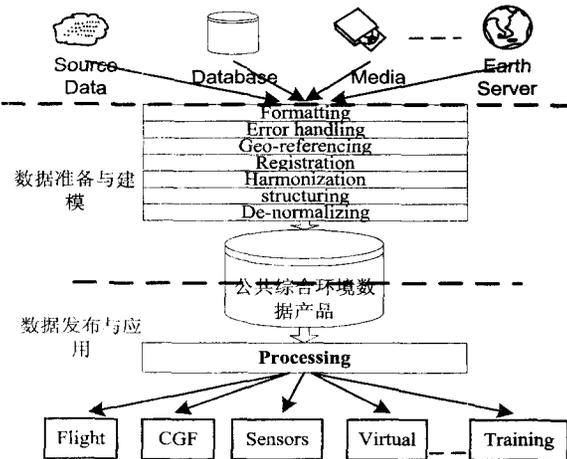


图2 数据产品机制原理示意图

根据应用需求的不同,所生成的数据产品既可以是包括所有环境数据的离线的静态数据产品,也可以是能够实时运行的动态数据产品。一般来说离线环境数据产品所包含的内容总是大于实时运行的数据产品。

在数据发布和使用阶段,则只需根据相应的应用系统和具体应用设备从公共数据产品中获取相应的数

据即可,如果是离线数据产品需要的步骤会多一些,如数据的裁剪、格式化、结构化、规范化等,如果是实时运行数据产品则只需经过裁剪、格式化等步骤^[6,7]。

数据准备和建模阶段往往被开发成一套数据库生成机制(DBGF, Database Generation Facility),而数据的发布与使用也提供一套操作机制,从而方便人们的学习和使用^[8]。

2.3 SNE 数据产品机制的仿真实现

根据上述基本原理,在公共综合环境数据产品生成之后,一个重要环节是在仿真器或仿真子系统中如何驱动该公共数据产品,即 SNE 数据产品的仿真实现^[8,9]。

图3表示了数据产品机制的一种仿真实现方式。通过 DBGF 生产的“公共综合环境数据产品”包含了大部分仿真系统所需的环境数据,作为一个全局的、能够提供各种环境数据的综合服务器。对于一个具体的仿真器(系统)而言,它所需的环境数据包含在这个综合服务器中,因而需要利用一套机制从“公共综合环境数据产品”中取出所需的环境数据内容,构成“仿真环境数据产品”,这个功能就是依靠“升级管理服务器”来完成的。“升级管理服务器”还能够保证仿真机制中的“仿真环境数据产品”与 DBGF 中的“公共综合环境数据产品”运行时同步。而“运行时发布”实现为仿真器(系统)“运行时客户”发布环境数据的功能,相当于一种环境数据运行时的调度、编译机制,能够保证“仿真环境数据产品”的实时运行性能,从而满足“运行时客户”的仿真需要^[2,10,11]。

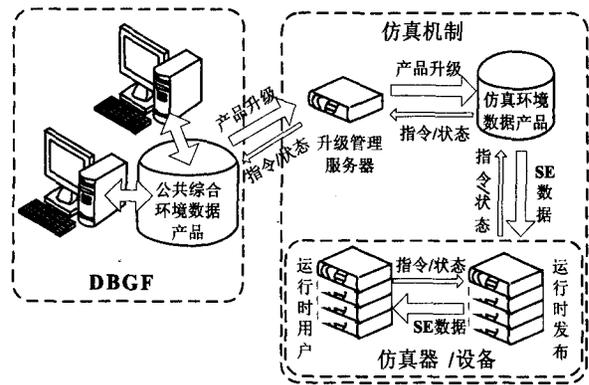


图3 数据产品机制仿真实现示意图

通过上述分析与设计,实现了公共综合环境数据产品与仿真器(系统)的无缝连接,实现了从环境数据产品构建到仿真运行的整个过程。当然,以上只是对该数据产品机制仿真实现方式的初级研究,至于其内部各个环节的具体实现方法还有待进一步探讨,也是下一步研究的重点。

2.4 SNE 数据产品机制的基本特点

通过上述分析可知,基于数据产品机制的数据重

用方法具有一些突出的特点^[1,12]:

(1)它是一种系统化地生成 SNE 数据产品的方法,而不是基于程序化的方法。实际上,SEDRIS 就是一个基于程序语言的方法。系统化的方法可以认为是一种融合方法,能够充分结合现有的各种成熟的数据产品,形成一种公共的、实用性强的数据产品。

(2)所生成的数据产品是一个结构化的、精细化的环境数据集,既包含完整的环境数据,又具有遵循工业化应用标准的数据规范,使用方便,但是由于包含众多的内容,数据量较大。

(3)所生成的数据产品可以是实时数据库,只需经过少量的处理步骤就能够直接作为具体应用系统的运行时数据库,用户可以体验到和运行专有数据库一样的速度,效率高。

3 CDB 及其应用

3.1 CDB 计划及其应用

CDB 是在 PSI 和 MDB 基础上发展起来的,是基于数据产品机制的环境数据重用方法的代表性成果。CDB 基本遵循了基于上述机制的基本原理和开发方法。CDB 采用了分片的方法来对数据进行组织,每个分片都含有模型与纹理、图像、特征等数据。CDB 还考虑了不同分辨率的需求,根据 LOD 层次的不同,分片的粒度也不同,而且 CDB 在分片级(Tiles)和数据集级(Data Sets)都具备实时运行的能力,因此 CDB 的数据量是相当可观的^[1,7,8]。

在应用方面,CDB 也形成了一套完整的应用机制,如 CDB 生成工具、升级管理工具、CDB 部署方案和使用等都已经形成了标准的规范,自 2005 年第一个 CDB 草案规范问世以来,已经经历十多次版本更新,目前 CDB 规范已经升级到 3.1 版本^[7]。CDB 已经在一些国防和军事领域的建模与仿真项目中发挥着巨大的作用,如 FCS、OneSAF 以及虚拟现实系统等。

3.2 数据产品机制发展方向

相比于 SEDRIS 技术,CDB 技术还是一门年轻的技术,还有许多需要研究和完善的地方。

一是,CDB 的应用目前还受到较大的局限,很大一部分原因在于它所集成的环境数据大部分是为虚拟仿真服务的,如视景仿真、模拟训练系统等,而在传感器仿真、构造仿真方面,CDB 还不能成功地将这些仿真所需的环境数据集成起来。可见,CDB 还缺乏统一处理、表达这些数据的能力^[12]。

二是,由于要支持大多数仿真系统对环境数据的需求,数据产品的数据量往往非常大,CDB 就是这样的例子。为了支持实时运行性能,对仿真系统的硬件及其数据调度策略要求较高,CDB 的成本也就随之提

高。如何提高 CDB 的集成效率和减小数据量也是一个值得研究的问题。

三是,CDB 是在工业标准环境数据层次上对环境数据的集成与处理。事实上,这些环境数据已经是经过精细化处理过的,原始环境数据的一些信息已经被忽略了。在此基础上,再经过 CDB 规范处理后,势必忽略更多的环境数据,从而影响军事仿真系统的实际效果。因此,能否在较低的数据层次上实现数据的集成值得认真研究。

4 结束语

基于数据产品机制的综合环境数据重用方法是一种重要的环境数据重用方法,也是近年来重点研究的内容,具有广泛的应用前景。通过论文的研究,基本理清了该数据产品机制的基本原理、处理过程以及实现方式和未来的发展方向。尽管该方法只是针对环境数据领域的探讨,但也为提高建模与仿真互操作性、可重用性提供了一种方法。

参考文献:

- [1] Cogman D J. Comparing Two Approaches to the Reuse of Environmental Data [C]//Proceedings of the 2009 Fall SIW Conference. [s. l.]:[s. n.],2009.
- [2] Lalonde B. Converging Towards Synthetic Environment (SE) Interoperability[C]//Proceedings of the 2009 Fall SIW Conference. [s. l.]:[s. n.],2009.
- [3] 赵沁平. 虚拟现实综述[J]. 中国科学,F 辑:信息科学,2009,39(1):2-46.
- [4] 郭刚. 综合自然环境建模与仿真研究[D]. 长沙:国防科学技术大学,2004.
- [5] 刘卫华,王行仁. 综合自然环境数据模型设计与数据库实现[J]. 系统仿真学报,2004,16(9):1978-1981.
- [6] Mamaghani M F. Integration of Data, Integration of Systems, and the Role of Standards[C]//Proceedings of the 2009 Fall SIW Conference. [s. l.]:[s. n.],2009.
- [7] CDB Specification version 3.1 [S/OL]. 2010-05. <http://www.presagis.com/products/standards/cdb/>.
- [8] Graham D. USSOCOM CDB and the ASTARS Project[C]//Proceedings of the 2009 Fall SIW Conference. [s. l.]:[s. n.],2009.
- [9] 刘卫华. 综合自然环境(SNE)关键技术研究[D]. 北京:北京航空航天大学,2004.
- [10] 孙丽卿,王行仁. 综合自然环境建模仿真平台的研究[J]. 系统仿真学报,2007,19(22):5144-5148.
- [11] Morse D K L, Brunton B, Riggs W, et al. IVCAR Common Data Storage Formats[C]//Proceedings of the 2010 Fall SIW Conference. [s. l.]:[s. n.],2010.
- [12] 黄柯棣. 作战仿真技术综述[J]. 系统仿真学报,2004,16(9):1887-1895.