

装备保障模拟训练平台集成联盟模式研究

连云峰^a, 卢昱^b, 陈立云^a

(军械工程学院 a. 装备指挥与管理系; b. 训练部, 石家庄 050003)

摘要: 针对传统各型装备保障模拟训练平台存在的战保脱节、指技分离、专业单一的现象,提出了基于联盟模式的装备保障模拟训练平台集成方案,构建了平台集成框架,设计了基于可变客户端的协同运行支撑环境多层体系结构,规范了基于角色的任务系统动态部署过程和训练终端运行过程。通过本研究能够屏蔽传统各型训练平台分布、异构、自治的特征,实现装备保障模拟训练平台的积木式组合,满足成建制成系统装备保障训练的开展和指技合一人才的培养。

关键词: 装备保障; 模拟训练; 平台集成; 联盟模式

中图分类号: TP391

文献标志码: A

文章编号: 1001-3695(2012)10-3748-04

doi:10.3969/j.issn.1001-3695.2012.10.037

Research on alliance model for equipment support simulation training platform integration

LIAN Yun-feng^a, LU Yu^b, CHEN Li-yun^a

(a. Dept. of Equipment Command & Management, b. Dept. of Training, Ordnance Engineering College, Shijiazhuang 050003, China)

Abstract: To solve the problems of the separation of battle and equipment supporting, the problems of the separation of command and technology and the problems of the single specialty of the traditional systems, this article put forward the equipment support simulation training platform integration based on alliance model and constructed the platform integration framework. It also designed the CRI multi-tier architecture based on variable clients and made the process of mission system deployed based on role and the training terminal running more reasonable. It can solve the existed problems and meet the need of carrying out the equipment support training systematic and organized and training person who knows both of the command and technology.

Key words: equipment support; training simulation; platform integration; alliance model

装备保障模拟训练平台^[1]是指训练装备指挥人员、维修人员、供应人员的人机交互系统,包括装备指挥模拟训练平台、装备维修模拟训练平台、物资供应模拟训练平台等。利用装备保障模拟训练平台开展训练可以不受环境、场地、安全等因素的影响,对培养装备保障人才队伍、规范训练秩序意义重大。

目前,大多数装备保障模拟训练平台存在战保脱节、指技分离、专业单一的现象,只能适应某一专业领域的装备保障训练,而无法满足信息化作战对装备保障的需求。如何将分散建设、独自运行、结构封闭的装备保障模拟训练平台进行有机整合,既可以使其发挥在各自领域的原有作用,又可以按照训练需求进行积木式组合,承担多层次、多专业的装备保障训练任务,满足指技合一人才培养的需要,是装备保障模拟训练平台建设亟待解决的问题。

1 平台集成方式分析

当前平台集成的方式主要有以下几种:

a) 基于平台重组集成^[2]。基于平台重组集成是指合并原有的平台,通过硬件、软件、标准、业务过程的结合,将原有平台形成一个新的整体,构建新的平台。在新平台中,原有平台不再单独工作,必须与其他平台进行协作才能实现相应的功能。由于原有平台在体系结构、信息模型、业务规范等方面各不相

同,进行平台重组的技术难度和改造成本相当于重新开发新的平台,并且平台重组不能保护现有平台建设成果,因而平台重组不能满足本研究的需要。

b) 基于 SOA 集成和基于 Web service 集成^[3~5]。两种集成方式都是将共享功能封装为服务,然后在不同平台的服务之间建立单向联系。两种方式的不同点在于:基于 SOA 集成侧重于结构设计,而基于 Web service 集成侧重于技术实现。两种集成方式的特点是通过关键服务的互相调用来实现互操作,扩展已有服务的功能,完善业务流程。这需要对所有平台进行 Web service 封装,且平台之间的协调完全取决于平台自身,对现有的平台技术改造难度较大,且不能进行集中控制,因而不适合本研究的需要。

c) 基于 HLA 集成^[6~8]。基于 HLA 的仿真系统中,联邦是指用于达到特定仿真目的的分布式仿真系统,它由若干个相互作用的联邦成员构成。在联邦系统中,RTI 将仿真应用和低层传输进行分离,使得彼此可以利用各自领域的先进技术。由于基于 HLA 的集成方式控制简单和易于技术实现,被广泛应用于仿真系统。基于 HLA 的集成方式需要首先对联邦中的对象模型进行顶层设计,而后构建仿真应用,与现有平台先建设后整合的现状不符,且 RTI 本身对广域网的支持不够,也不支持成员的动态加入和退出,因而也不是装备保障模拟训练平台集

收稿日期: 2012-03-07; 修回日期: 2012-04-16

作者简介: 连云峰(1981-),男,河北邯郸人,博士研究生,主要研究方向为装备保障信息化(lianyf100@yahoo.com.cn);卢昱(1960-),男,教授,博导,博士,主要研究方向为计算机仿真;陈立云(1969-),男,副教授,硕士,主要研究方向为计算机仿真。

成的理想选择。

通过对平台重组、SOA、Web service 和 HLA 集成方式的分析可以看出,当前的集成方式只能解决某一个方面的平台集成问题,而不能满足装备保障训练平台集成的需要,但是可以为本研究提供借鉴。在此基础上,从装备保障模拟训练平台的特点出发,设计符合装备保障模拟训练平台集成模式。

2 平台集成方案

2.1 集成原则

为了有效对装备保障模拟训练平台进行集成,保护现有平台的建设成果,最大程度地挖掘训练潜力,对平台集成应该遵循以下四个原则:a)不变性,即对原有的平台资源的改动尽可能少,力图达到即插即用的效果,这种不变性在物理上体现为不改变原有平台的体系结构,在逻辑上体现为不改变原有平台的运行过程;b)扩展性,包括两个方面,一是根据需要便于新的平台加入;二是现有平台本身的技术改造和功能拓展不影响其他平台的运行;c)自治性,对平台集成是对平台共享功能的整合和再创造,在此过程中并不改变平台共享功能的内容,由原有平台自主决定共享功能的内容和对共享功能进行维护;d)易用性,尽可能减少用户对训练环境的依赖,做到“资源随人走,任务随资源走”。

2.2 基于联盟模式集成原理

通过开发协同运行支撑环境 (cooperation running infrastructure, CRI),对作战仿真模拟训练平台、装备保障指挥模拟训练平台、装备维修模拟训练平台和物资供应模拟训练平台之间的互操作提供标准化的服务,实现业务、控制和传输的分离。每个分平台通过每个成员调用 CRI 的服务组织起来,形成具有特定功能的应用系统——联盟,每个加入联盟的分平台成为成员;联盟通过制定一系列策略保证成员的系统运行能够协调一致地运行,共同完成训练任务,具体包括:

a)协商策略。成员间通过协商的方式决定需要共享的功能,并以接口的方式向其他成员提供共享功能;成员只能使用其他成员的共享功能。

b)资源描述策略。成员可以利用相同 CRI 组建不同的联盟,在每个联盟中可以共享相同的功能,但是每个联盟都用唯一的标志对成员的共享功能进行区分,联盟中的成员只能识别本联盟中资源的标志。

c)资源管理策略。成员拥有对共享功能管理的权力,改变共享功能的内容、接口规范、访问权限等;联盟拥有对成员共享功能进行组织、协同的权力,能够根据成员的共享功能进行任务分配、统一协同和集中控制。

d)信息交互策略。成员之间不直接进行交互,而是将交互的内容交给 CRI,按照 CRI 接口规范与 CRI 进行交互;CRI 完成成员之间的信息交互,并对所有成员交互的逻辑关系进行协调;所有交互信息的内容描述均在成员中进行,CRI 不对交互信息的内容进行解释。

e)信息传输策略。成员之间利用 CRI 建立点对点的传输。一方面任意两个成员的信息交互不影响联盟成员的运行;另一方面,成员的动态加入和退出联盟不对整个联盟的运行产生影响。

这种平台方式之所以称为联盟模式,是因为在集成过程中,各成员地位平等,成员之间的协议和接口完全是通过协商确定,其作用范围仅限于成员的共享功能,成员之间完全是优势互补、利益共享的关系。任何成员的加入和退出均不影响其他成员的运行,成员既能独立运行,又能集成运行,成员之间能够实现互惠互利的互连、互通、互操作。

2.3 基于联盟模式平台集成框架

根据基于联盟模式的平台集成原理,设计平台集成框架如图 1 所示,每个分布运行支撑组件以插件的形式安装在训练终端,成员通过分布运行支撑组件实现互连、互通、互操作,每个平台都是一个自治的节点,实现联盟的资源共享和透明传输。

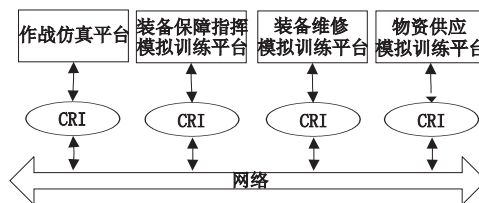


图1 平台集成框架

3 协同运行支撑环境体系结构设计

3.1 平台运行支撑环境结构原理

分布式应用系统主要经历了两次重要的框架结构变迁,首先从主机/终端 (mainframe/terminal) 结构发展到 C/S 结构 (胖客户端),再从 C/S 结构发展到 B/S 结构 (瘦客户端)。

胖客户端结构不能满足 CRI 的功能需求,主要原因在于胖客户端需要事先在训练终端上安装应用程序,使得受训人员必须在特定的训练终端上进行训练,同时也不便于系统的升级改造。瘦客户端结构不能满足 CRI 的功能需求,主要原因在于进行装备保障训练不能只是进行输入和输出操作,还需要训练终端根据分配的任务完成相应的业务处理,并与其他训练终端和训练中心进行协同。

鉴于此,本文在充分借鉴胖客户端和瘦客户端结构优点的基础上,根据基于联盟模式集成原理,采用基于可变客户端构建协同运行支撑环境的结构。其原理可以概括为“统一管理,动态配置,分布运行,集中控制”,即设置专门的训练中心对平台资源组件进行存储和注册信息管理,并负责版本更新;在任务需要的时候,训练终端通过向训练中心发出申请,根据权限范围,下载相关的资源组件,动态构建训练终端;在运行过程中,各个训练终端根据资源的业务功能独立完成相应的业务处理,并与其他训练终端相互协同,共同完成训练任务;训练任务结束之后,卸载相关组件,析构训练终端功能。这样使得训练终端随着任务系统运行,由瘦客户变为胖客户,然后再由胖客户变为瘦客户,表现为可变状态。

3.2 协同运行支撑环境多层体系结构

在充分借鉴 C/S 与 B/S 两种结构模式各自优势的基础上,根据可变客户端的设计思想,对协同运行支撑环境体系结构进行设计,如图 2 所示。

在任务系统配置过程中,CRI 是一种典型的客户—逻辑—数据三层结构,训练终端通过浏览器访问训练中心,训练中心对训练终端进行响应,并从数据层提取相应的平台组件和初始化信息提供给训练终端下载,在这个过程中,分布运行支撑层

不发挥作用,训练终端通过浏览器直接访问训练中心的 Web 服务器,如图 2 中虚线箭头所示;在任务系统运行时,终端层与控制层以 C/S 机制进行工作,训练终端表现为专用的客户端,通过分布运行支撑组件实现对等连接,如图 2 中实线箭头所示。

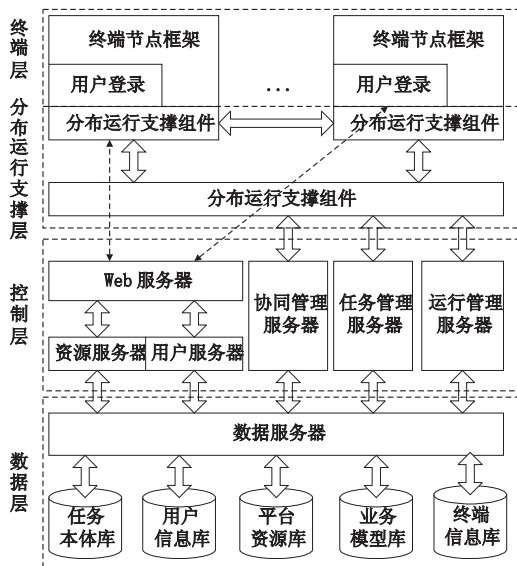


图2 协同运行支撑环境多层体系结构

1) 终端层 在每个训练终端驻留节点由公共组件构成的框架程序以及框架管理程序。框架程序类似于一个容器,为下载的平台资源组件提供一个通用的运行环境,通过框架程序将下载的平台资源组件动态组装成一个自治的成员节点。而框架管理负责本地框架程序的运行逻辑管理,并提供与训练中心之间的接口。终端的通用浏览器模块和通用对象框架模块相互协调,密切配合,完成训练终端的相关功能:a) 用户将训练任务相关的信息通过浏览器模块向训练中心提出申请,根据用户的权限,完成相应训练信息、资源的查询;b) 根据用户权限,完成应用组件自动发现功能;c) 利用浏览器完成平台资源组件的下载,并按指定的路径保存下载资源;d) 节点框架利用下载的平台资源组件和本地公共组件,通过对象组装技术完成本地训练节点的组装和初始化;e) 利用节点框架通过驻留训练终端的分布运行支撑模块,完成联盟创建或加入,并进行信息的有序收发;f) 根据训练进展情况,由节点框架的组件管理功能完成相应平台资源组件的装载与卸载;在训练结束或节点退出联盟后,由对象框架删除本地下载平台资源组件。其中前三项功能是 B/S 模式中的信息访问过程,后三项功能是与 C/S 模式类似的客户端运行过程。

2) 分布运行支撑层 分布运行支撑层是整个体系结构的核心构建,主要用于对联盟的运行过程进行支撑。分布运行支撑层由安装在训练中心和训练终端的分布运行支撑组件构成,为任务系统运行提供了统一的数据处理场所和跨平台工作机制,使它们能够隐藏不同网络系统间的差异,协调一致地完成训练任务。分布运行支撑层以请求回调的方式为成员提供标准化的服务,包括联盟管理、公布预约、信息交互、实例区分。为了使分布运行支撑组件更加具有通用性,成员和分布运行支撑组件之间以 Web service 接口的方式进行交互。在联盟运行过程中,成员不直接进行互操作,而是将信息交付给分布运行支撑组件,由分布运行支撑组件实现成员互操作的所有功能。

3) 控制层 控制层由各种服务器组成,在配置阶段负责资源的选取、部署和初始化;在运行阶段主要是负责成员之间

的相互发现和协调。具体如下:

a) Web 服务器。Web 应用服务器主要实现以下功能:一是提供统一的登录界面,使得用户可以访问服务器;二是提供训练背景、情况通报、训练流程等相关知识的介绍;三是负责应用程序组件的分发,根据训练终端提出训练任务请求,将所需的应用组件下载至训练终端。

b) 应用服务器。从运行阶段划分,应用服务器包括两类:一是在系统配置阶段用于对系统动态部署管理的服务器,包括任务管理服务器、资源管理服务器、用户管理服务器、协同管理服务器,通过各个服务器的相互协同,能够将训练需求同平台资源组件进行关联,并对任务系统的组合结构和运行方式进行初始化;二是在系统运行阶段,用于对各个训练终端运行过程进行控制和管理的服务器,主要是为各个训练终端相互发现提供方法,并对训练终端的交互过程进行管理,使得各个训练终端能够按照一定的规则有序运行。

4) 数据层 数据层主要是为控制层提供数据服务。主要数据库包括任务本体库、用户信息库、平台资源组件库、业务模型库、终端信息库等。在任务系统配置过程中,Web 浏览器通过 Web 服务器把请求或数据传给数据库,从数据库提取相关平台资源组件和与训练相关的背景信息,并把操作结果返回给浏览器;在运行过程中,记录各种注册信息和公布预约信息,使各个终端能够发现彼此并保证信息的有序传输。

3.3 协同运行支撑环境运行

3.3.1 任务系统部署过程

任务系统部署是指服务器将平台资源组件部署到训练终端的过程。为了使装备保障模拟训练的开展不受场地、环境的制约,支撑异地同步、动态协同等训练的开展,本文采用基于角色的任务系统动态部署方法,即用户按照分配的账号、密码登录服务器,获得相应的组件,并由终端框架自动组装成为终端模拟训练系统,承担相应的训练任务。

基于角色的任务系统部署的关键是以角色为中介,建立训练任务、组件、角色和人员之间的关联,保证训练终端能够获得正确的平台资源组件,其过程可以表示如下:

$$\text{MissionSystem} = \{ \text{task}, \text{component}, \text{role}, \text{person}, \text{relation} \}$$

MissionSystem——任务系统,通过对平台资源组件组装后形成的训练系统;

task——训练任务, t_i 表示第 i 个子任务;

component——训练资源组件, c_j 表示第 j 个组件;

role——角色,训练人员在训练过程中扮演的角色, r_u 表示第 u 个角色;

person——训练人员, P_v 表示第 v 个人;

relation——各个要素之间的关系,包括满足任务与组件的需求关系(TC)、任务到角色的分配关系(TR)、组件到角色的分配关系(TCR)、训练人员的角色分配关系(RP)和组件到训练人员的分配关系(TCRP)。

$\text{TC} \subseteq \text{task} \times \text{component}, (t_i, c_j) \in \text{TC}$, 表示任务 t_i 需要组件 c_j 完成;

$\text{TR} \subseteq \text{task} \times \text{role}, (t_i, r_u) \in \text{TR}$, 表示任务 t_i 需要角色 r_u 完成;

$\text{TCR} \subseteq \text{task} \times \text{component} \times \text{role}, (t_i, c_j, r_u) \in \text{TCR}$, 表示角色 r_u 需要组件 c_j 完成任务 t_i ;

$\text{RP} \subseteq \text{role} \times \text{person}, (r_u, P_v) \in \text{RP}$, 表示人员 P_v 在训练中扮演角色 r_u 完成;

$TCRP \subseteq \text{task} \times \text{component} \times \text{role} \times \text{person}, (t_i, c_j, r_u, P_v) \in TCRP$, 表示训练人员 P_v 通过扮演角色 r_u 活动组件 c_j , 从而完成任务 t_i 。

通过建立任务、组件、角色和人员之间的关联关系,建立了组件和训练人员的关联,保证了训练人员无论在任何训练场所,使用任何训练终端,只要以分配的账号密码正确登录,就可以获得正确的平台资源组件。

3.3.2 训练终端运行过程

训练终端可以根据训练需求实现多次复用,其运行过程如图 3 所示。

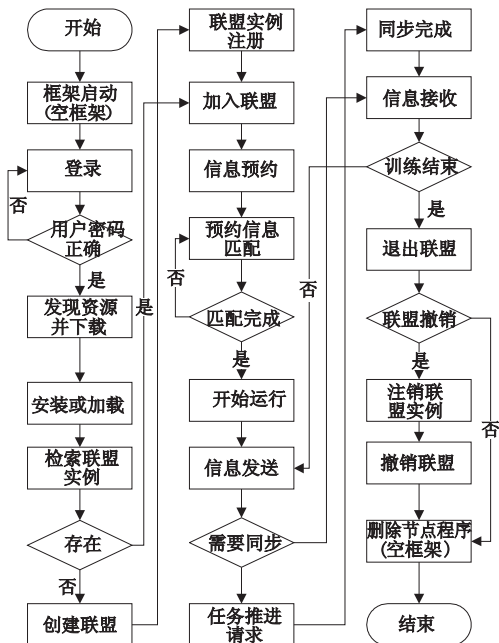


图3 训练终端运行过程

作战仿真成员 装备指挥成员 高炮维修成员 雷达维修成员 电站维修成员

训练终端框架在初始状态时不具备任何功能,当用户根据扮演的角色发现并下载相关平台资源组件后,安装程序将相关的平台资源组件安装或拷贝到指定的目录下,框架才能根据训练任务在指定的目录下下载相关平台资源组件,成为具有特定应用的任务系统。训练开始后,各个训练终端相互协同,完成共同的训练任务。当训练结束后,平台组件退出该节点的运行空间,训练终端框架删除该平台组件运行过程中产生的所有信息。

4 平台集成实例

在本研究的基础上,结合项目需要构建野战防空装备保障模拟训练原型系统,包括导调控制台用于想定生成、运行监控、数据记录等;作战仿真平台用于产生保障需求;装备指挥模拟训练平台用于装备机关训练;高炮维修模拟训练平台、雷达维修模拟训练平台和电站维修模拟训练平台,用于保障分队作业。各个分系统分别属于不同的部门所有,平时用于对本专业受训人员进行培训,根据需要临时构建任务系统。原型系统结构如图 4 所示。

任务系统在运行过程中,装备指挥成员能够根据作战仿真成员的保障需求进行计划和决策,高炮维修成员、雷达维修成员和电站维修成员能够根据装备指挥成员的保障指令作业,其作业结果由装备指挥成员反馈给作战仿真成员,实现战斗力再生,从而保证融合作战、装备指挥和各种专业的装备保障训练

的开展。

对于系统性能,采用如下方法测试:由成员 A 发送交互数据,成员 B 接收到该交互数据后立即发送一个反射,成员 A 接收到成员 B 的反射之后即完成一次交互。这里进行了 100 次延迟测试,每次测试均发送 50 个交互,结果如图 5 所示。图中横坐标为每个交互的数据量大小(单位为 Byte),纵坐标为 100 次测试结果的平均值。

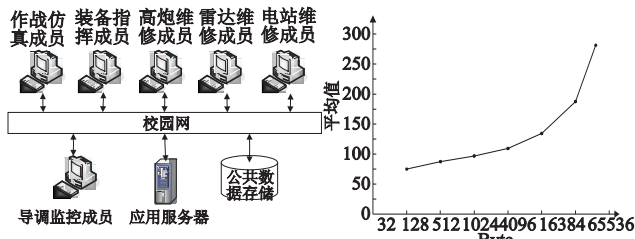


图4 模拟训练系统结构

图5 信息传输性能测试

通过分析测试结果可以发现,成员之间信息的传输会受到网络时延的影响,但是基本能够满足实时性要求不高的分布式装备保障模拟训练。通过增加网络带宽、采用合理的数据包大小进行信息传输、提高本地运行支撑代理的性能等手段,可以进一步提高任务系统的运行效率。

5 结束语

本文采用了基于联盟模式的平台集成方法,通过为每一个训练终端安装终端节点框架组件,可以将分布、异构、自治的装备保障模拟训练平台集成到统一的协同运行支撑环境之中,协调一致地完成装备保障训练任务。通过平台集成,可以有效解决装备保障模拟训练系统存在的问题,充分挖掘装备保障模拟训练系统的潜力,满足“成系统成建制”装备保障训练的需要和培训复合型人才的需要,具有广阔的应用前景和现实意义。

参考文献:

- [1] 刘颖. 面向模拟训练的复杂装备协同建模与仿真关键技术研究[D]. 石家庄: 军械工程学院, 2009.
- [2] 李洪宇. 基于 ERP 集成平台的人的集成与信息集成的研究[D]. 上海: 同济大学, 2009: 21-22.
- [3] 周俊. 军事信息系统集成理论与方法[M]. 北京: 解放军出版社, 2008: 383-393.
- [4] IBM. New to SOA and Web services [EB/OL]. (2008-05-15) [2011-01-01]. http://www.ibm.com/developer/works/web_services/newto/.
- [5] CHEN Xin-jun, CAI Wen-tong, TURNER S J, et al. SOAr-DSGrid: service-oriented architecture for distributed simulation on the grid [C]//Proc of the 20th Workshop on Principles of Advanced and Distributed Simulation. Washington DC: IEEE Computer Society, 2006: 65-73.
- [6] 周彦, 戴剑伟. HLA 仿真程序设计[M]. 北京: 电子工业出版社, 2002: 11-40.
- [7] 曹海旺, 薛朝政, 黄建国. HLA 步进联邦时间管理性能的影响因素分析[J]. 计算机应用研究, 2011, 28(2): 521-524.
- [8] 梅宏标, 王坚, 张慧哲. HLA 时间管理中死锁的研究[J]. 系统仿真学报, 2011, 23(5): 935-936.
- [9] 范玉顺. 工作流管理技术基础[M]. 北京: 清华大学出版社, 2001: 31-32.
- [10] 王颖慧, 王东勃, 王增磊, 等. 仿生柔性工作流建模与适应算法研究[J]. 计算机应用研究, 2011, 28(5): 1192-1193.