

# 军事应用网格(MAGrid)体系结构研究

赵 晔, 雷英杰

(空军工程大学 导弹学院, 陕西 三原 713800)

**摘 要:**为了适应网络中心战的发展需求,针对传统军事系统的多方面缺陷,文中基于综合集成的思想,采用网格计算技术和 Agent 技术相结合的方法,提出了一种军事应用网格(MAGrid)构想。它是一种新型综合电子信息系统,文中着重对它的体系结构、总体视图和服务层次进行了具体设计和分析。其中,科学合理的体系结构为具体应用研究提供了平台和基础;从综合集成角度描述的军事应用网格总体视图,体现了该网络的内部构件及其相互关系;服务层次的设计和描述则体现了该应用网格面向服务的本质特征。

**关键词:**网格计算; Agent Grid; 军事应用; 综合集成

**中图分类号:** TP393; E96

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3751(2006)01-0093-03

## Research on Architecture of MAGrid

ZHAO Ye, LEI Ying-jie

(Missile Institute, Air Force Engineering University, Sanyuan 713800, China)

**Abstract:** For adapting to the requirements of Network Centric Warfare development, and aiming at the defects of legacy military systems, in terms of metasynthesis theory, a new military application grid(MAGrid) system is proposed by combined Grid technology with Agent technology. It is a novel synthetic electronic information system, and then its architecture, conceptual view and services hierarchy are designed. Therein, scientific and reasonable architecture provides the platform and ground for concrete application research. Then conceptual view of MAGrid realizes the internal components and mutual relations in the grid system. Furthermore, the design of service hierarchy realizes its characteristic of service-oriented for MAGrid.

**Key words:** grid; agent grid; military application; metasynthesis

### 0 前言

传统的军事系统是为有限的应用领域而设计的,但是未来的武器系统则不同,它们将被设计为更为复杂的“系统的系统”<sup>[1]</sup>。网格计算技术<sup>[2]</sup>是21世纪的先进信息基础设施,它具有面向服务、资源共享的特点,在解决大规模分布问题求解方面具有显著优势。Agent Grid<sup>[3]</sup>是一种技术层次较高、具有智能性的特殊网格。

文中研究提出的军事应用网格(Military Application Grid and Multi-Agent Grid, MAGrid)是面向信息时代战场需求的新型综合电子信息系统,它体现了网络中心战概念提出的高度系统集成思想,采用目前IT领域先进的网格计算技术,综合集成了现有的在地理上、功能上分布的武器装备、网络基础设施、系统构件、对象以及Agent实体,构建了一种“系统的系统”,以获得更强的战场动态适应能力、战场信息采集和处理能力、战场决策和指挥能力,

以及系统构件的互操作能力。文中着重对MAGrid的体系结构进行研究。

### 1 MAGrid 体系结构

网格的层次化结构对网格系统的设计、实现和应用具有很大的帮助<sup>[4]</sup>。网格系统的整体功能分散在不同的层次实现,把那些经常使用的基本功能在比较低的层次上实现,扩展的或比较少使用的功能在较高的层次实现,用户的特定需要在最上层由用户自己实现。这样,可以利用低层提供的功能和接口实现上层的功能和接口,提高网格系统的健壮性,做到功能使用的最大化。

在网络上,为了防止多个部件之间的协作关系因为应用升级、位置变化等原因失效,需要通过划分层次来提供良好的支持。此外,为了把低层次分布的资源的不同细节对高层的用户隐藏起来,给网格用户提供统一访问不同资源的接口,使网格上的资源使用简单容易,充分共享网格上的资源,也要建立层次式的网格体系结构,对不同功能、不同接口、不同表示形式的各种资源进行多个层次地抽象。基于上述分析,采用层次化网格设计思想,提出了MAGrid的体系结构,它是一个四层结构,由低至高依次为:基础设施层、网格中间件、Agent功能层和军事应用

收稿日期:2005-04-01

基金项目:国防科技预研基金项目(51406030104DZ0120)

作者简介:赵 晔(1978—),女,山东嘉祥人,博士研究生,研究方向为防空作战智能决策;雷英杰,教授,博导,研究方向为人工智能、防空C<sup>3</sup>I和防空作战智能辅助决策。

层。

(1)基础设施层。该层是网格体系的构造层,是可以共享的资源所在的层。这些可共享的资源包括:计算机设备、存储设备、传感器、各种仪器、分布式系统、基础网络、已开发 C3I 系统、现有武器装备等。该层向网格上一层提供共享资源能力和接口,通过支持共享协议实现本地设备的访问。

(2)网格中间件层。该层以开放网格服务结构(OGSA)为基础,以 GT3 工具集为具体实现。GT3 工具集建立在 SOAP、WSDL 和 WS-Inspection 等万维网服务的基础上,用来支持分布式状态管理、轻量级检查和发现,以及异步通知。它提供支持网格和网格应用程序的软件库,提供安全性、信息发现、资源管理、数据管理、通信、故障诊断和可移植性等多种基础服务。

(3)Agent 功能层。该层是 MAGrid 实现具体任务的主体部分。它可以根据应用层下达的任务需求自发构建任务虚拟组织、Agent 组织实体,同时获取所需资源,接受网格服务并提供 Agent 服务,进行任务协商,实现问题求解和人机交互。

(4)军事应用层。该层面面向具体的军事行动和作战任务。以空军的辅助决策指挥为例,有目标识别、威胁评估、兵力分配、截击引导、武器控制等。该层包含指挥员和军事专家,由他们下达命令、制定具体作战方案和实施指挥决策。应用层提供网格应用的开发工具和执行环境,包括远程调用方法、任务并行机制、消息传输模型、Java 编程以及 workflow 系统和网格门户。

## 2 MAGrid 总体视图

上一节从总体层次结构的角度对 MAGrid 进行了设计,本节将从综合集成的角度进一步描述 MAGrid 的总体视图。

综合集成是指自下而上地将系统的各个部分有机地组织起来,形成合理的层次结构和功能结构,使系统能适应环境而发挥最优功能。其深层内涵还在于层面之间的连接、衔接和集成;其目标在于整体优化,即为达到整体战略目标而合理的配置系统的资源。综合集成要求用系统的观点来进行体系的规划和构建。在军事领域,战场体系的综合集成使各种战场要素在信息化、数字化和网络化的基础上,连接成一个整体,发挥最佳整体效能,其结果是战争时间缩短、军队规模缩小、组织结构重建和系统功能优化。如美军强调,在信息时代,作战力量的“重心”是“系统”,而不是包括人和武器在内的“单件实物”。人、武器以及打击力、机动力、指挥力、防护力等战斗要素如果不置于系统之中,它们单独发挥的作用是微乎其微的;如果把它们置于系统之中,用信息加以调控集成,则能事半功倍、效用倍增。

MAGrid 充分体现了上述综合集成的思想。它将各种战场资源(如对象、Agent 和传统系统)整合为一个大的

系统,即“系统的系统”。实现现有资源的全面共享,并根据作战任务的需求,对资源进行统一、协调的调用和分配,更好地实现系统构件之间的互联互通和互操作,进而提高系统整体作战效能。MAGrid 的总体视图如图 1 所示。

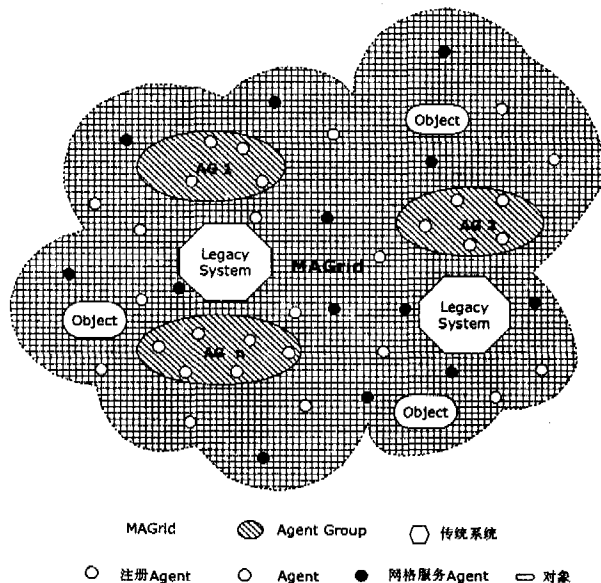


图 1 MAGrid 总体视图

\* MAGrid—军事应用网络;

\* Agent Group—根据任务组织起来的 Agent 组织实体,同时也是执行该任务的一系列服务的 Agent 及相关服务的集合;

\* 传统系统—包括现有的传感器系统、信息融合系统、指挥控制系统等;

\* 注册 Agent—执行具体任务,并注册进入该任务组织的 Agent 实体;

\* Agent—具有多种智能特性的封装软件实体;

\* 网格服务 Agent—提供网格 Agent 控制及相关服务的 Agent 实体;

\* 对象—不具有智能特性的封装软件实体。

图 1 中,各种 Agent 实体、对象实体、传统系统,以及根据任务组织起来的 Agent 组织,共存于网格体系中,在网格提供的基础服务下实现“网格化”,即注册成为网格资源或结点。它们还可以通过网格 Agent 所提供的功能服务,实现交互、通信和协同工作。在这里,网格作为 Agent 系统的插入面板或是运行平台,提供中间件服务和管理这些服务的方式。

## 3 MAGrid 服务层次

服务对于网格而言是一个十分重要的概念。开放网格服务结构(OGSA)把 Globus 标准与面向商业应用的 Web 服务结合起来,把网格计算从科学与工程计算应用扩展到更为广泛的以分布式系统服务集成为主要特征的商业应用领域,建立了网格服务的基本概念<sup>[5]</sup>。OGSA 把网格中的所有资源都抽象为服务,以服务的形式提供给用户来使用,这是共享网格资源的重要手段<sup>[6]</sup>。MAGrid 就

是遵循 OGSA 建立的以服务为资源共享手段面向军事应用的一个网格实例。MAGrid 的服务由低至高可以分为四个层次:服务协议和标准、基本网格服务、通用服务和网格应用服务。如图 2 所示。

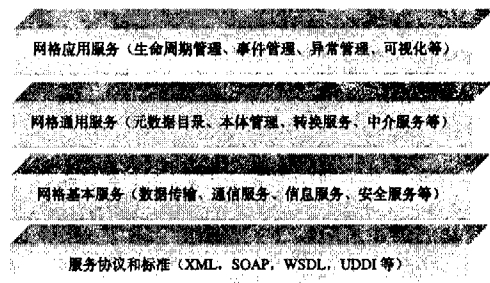


图 2 MAGrid 服务层次结构图

MAGrid 的服务首先建立在满足网格服务规范的基础上,其底层支持来源于各种网格服务协议和标准;其次,网格应该具备全域范围内的功能性,这将由网格本身所提供的基础服务来实现;再次,它还应该具有一定的通用性和互操作性,通用服务则可以满足该需求;最后,网格总是面向具体应用和网格用户的,它要实现相应的目标和任务,就需要根据具体需求提供给基础服务以外的扩展服务,这就是网格应用服务所要完成的。

(1)服务协议和标准。主要包括目前广泛使用的一些 Web 服务相关协议,如可扩展标记语言(XML),简单对象访问协议(SOAP),万维网服务描述语言(WSDL),统一描述、发现、集成(UDDI)等。

(2)网格基本服务。它作为网格基础设施面向网格本身,向网格提供基本的功能。这些服务是任何网格活动都必需的核心服务,类似于操作系统的内核。主要包括数据传输服务、通信服务、信息服务、安全服务、监控和容错管理服务等。具体包括数据库管理、消息传递服务、计算单元管理、存储单元管理、复制目录、授权和认证、服务索引等。这些基本服务要求具有运行的可靠性、实现的高效性。

(3)网格通用服务。它面向网格构件,是基本服务上一层的服务,与具体资源没有密切的关系,提供网格构件以及网格自身的控制和管理,实现通用性和互操作性。主要服务包括元数据目录服务、本体管理服务、资源发现服务、转换服务等。

a. 元数据目录服务——用于构件的发现、命名、注册、注销等。

b. 本体管理服务——存储和检索本体;向本体提供访问、通信、元数据表示;支持推理;支持 KB, XML 等。用于构件的发现和互操作性。

c. 转换服务——在 Agent 通信语言(原语、内容、实/本体)之间进行转化,实现互操作。

d. 代理服务——充当中介、代理,支持智能匹配、黑板等,实现互操作。

(4) 网格应用服务。它面向网格应用,提供 Agent 扩

展服务,从而实现具体应用和完成具体任务。主要服务包括生命周期管理、组织协调服务、协议管理服务、事件管理、移动性、异常处理服务、安全性服务、可视化服务等。

a. 生命周期管理服务——对对象和 Agent 等构件的全生命周期进行管理,包括它们的产生、消亡、扩增、状态等。

b. 组织协调服务——动态地建立组织,对任务进行分配,对目标和属性进行监控,并将子任务的结果进行汇总形成结论。

c. 规则/协议管理服务——提供安全、通信、异常处理等规则库及协议库。它支持面向具体任务的军事应用的开发,并且能够通过 Agent 动态选择和协调网格的用户域及规则。

d. 记录/事件管理服务——采集并记录 Agent 的活动、消息、状态等,并提供事件的触发、侦听和管理能力。

e. 移动性服务——使得 Agent 从一个网格结点移动到另一个网格结点,并在一定时间内保存它的状态信息。

f. 异常处理服务——支持动态策略,可以对故障进行诊断,发现并处理 Agent 的异常。

g. 安全性服务——提供用户或者 Agent 的身份验证、存取控制、加密等。

h. 可视化服务——显示 Agent 的活动或信息;向终端用户显示所指定的问题求解状态或结果。

网格的服务受限于它自身的可见性以及独立 Agent 的控制能力。网格的服务应该能够随着应用需求以及时间的变化而动态变化,应该是即插即用的。各层次服务之间的界限也并不是绝对的和清晰的,实际上根据应用的不同,往往需要同时调用不同层次的多个服务,也可能相同的服务在不同的应用中表现的形式会有所不同。

## 4 结 论

针对军事应用问题进行了研究,运用综合集成的思想,采用网格计算技术和 Agent 技术相结合的方法,提出了基于 Agent Grid 的军事应用网格系统——MAGrid。它是一种四层体系结构,该结构有利于系统资源的共享,体现了网格设计的要求和基本思想。网格总体视图体现了网格的内部构件及其相互关系。网格服务的设计则是实现应用的具体手段和基本形式。

将网格计算技术应用于军事领域是适应未来信息时代战争需要的必然趋势, MAGrid 军事应用网格的设计和开发就是我军在这方面的有益尝试。下一步的主要工作是在 MAGrid 上开发具体应用。

## 参考文献:

- [1] Alberts D S, Garstka J J, Stein F P. Network Centric Warfare - Developing and Leveraging Information Superiority (2nd Edition (Revised))[M]. U. S. A: CCRP, 1999.

(下转第 98 页)

进行报警以及可以对车辆进行适当的调度。根据系统需求,对系统进行分析,系统的用例图见图 3。

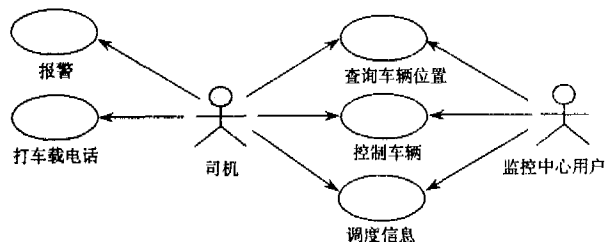


图 3 车辆终端用例图

通过用例图可以得到两个主要的角色、司机和监控中心用户,同时对该系统进行功能建模。为明确表示系统的流程时间,通过分析,可以得到本系统的顺序图见图 4。UML 通过这些图例,可以清楚地解决抽象模型到事物模型之间的对应关系,同时兼备有面向对象的特性,解决了现在的协同设计方法所不具备这些功能的问题。

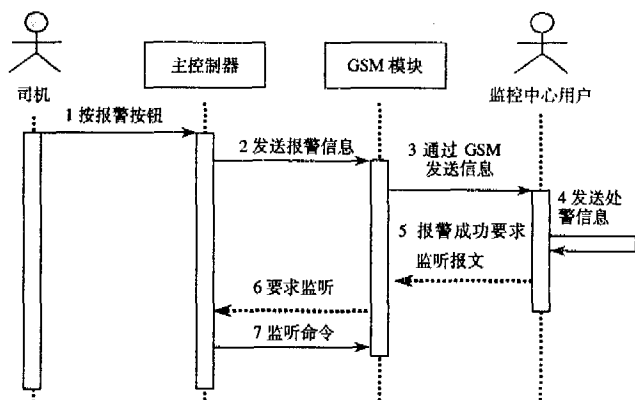


图 4 车辆终端顺序图

### 2.3 软硬件划分

理想的软硬件划分工具应该能够在较短的时间内自动生成一套高质量的划分方案,并且计算时间可以预知。在划分的时候必须考虑的因素之一就是优化算法。目前的划分算法主要是启发式的,并不精确。我们建立了一个算法库,根据 UML 的图例,采用二叉树的结构,计算出每个步骤的成本;采用改进的遗传算法——免疫遗传算法,加快收敛的速度,提高解的质量。

### 2.4 工作流程

使用 UML 建立系统模型,在算法库和成本库中对系统的软硬件进行划分,通过协同综合(硬件部分使用 VHDL 实现,软件部分使用 C++ 描述)达到协同仿真和

验证的目的,从而可以预知系统的一些问题和缺陷。该方法的流程图见图 5<sup>[5]</sup>。

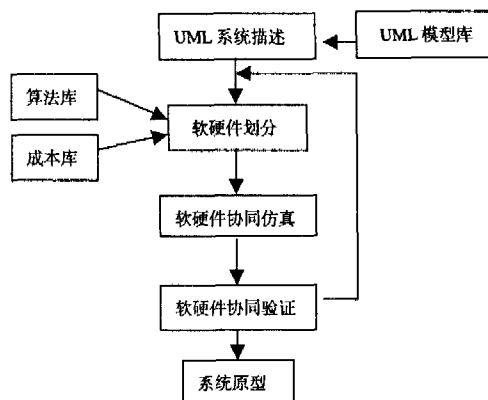


图 5 使用 UM 的设计流程

## 3 结束语

由于 UML 已经被 OMG 组织强烈推荐为面向对象的标准建模语言,同时 UML 是一种图形化的建模语言,“用例”等概念给系统的需求分析带来便利,而合作图、顺序图、活动图等概念给系统的设计带来便利,因此在协同设计中引入 UML 语言可以大大改进传统的嵌入式设计方法,缩短开发周期<sup>[6]</sup>。目前,软硬件协同综合还存在不少问题,有待进一步去研究。

### 参考文献:

- [1] Kumar S, Aylor J H, Johnson B W, et al. THE CODESIGN OF EMBEDDED SYSTEMS[M]. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1996.
- [2] 张鲁峰. 软硬件协同综合及虚拟微处理器技术研究[D]. 长沙: 国防科技大学研究生院, 2002.
- [3] 姚放吾. 嵌入式系统的硬件/软件协同设计[J]. 微计算机信息, 2001, 17(3): 1-3.
- [4] Douglass B P. Real - Time UML—Developing Efficient Objects for Embedded Systems[M]. 北京: 中国电力出版社, 2003.
- [5] 赵川, 徐淘, 孙晓光. 软硬件协同设计方法的研究[J]. 计算机工程与设计, 2003, 24(7): 7-10.
- [6] 陈思功, 秦晓, 章恒. 基于 UML 的软硬件协同设计的模型分析方法[J]. 软件学报, 2003, 14(1): 103-108.

(上接第 95 页)

- [2] 都志辉, 陈渝, 刘鹏. 网格计算[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.
- [3] Manola F, Thompson C. Characterizing the Agent Grid (final draft) for: Bradshaw's Handbook of Agent Technology[EB/OL]. <http://www.objs.com/agility/tech-reports/000304-characterizing-the-agent-grid.do>, 2001.
- [4] 徐志伟, 冯百明, 李伟. 网格计算技术[M]. 北京: 电子工

业出版社, 2004.

- [5] Parastatidis S. Web and Grid Services: Architectures and Technologies[EB/OL]. <http://www.neresc.ac.uk>, 2004.
- [6] Foster I, Kesselman C, Nick J, et al. The Physiology of the Grid: An Open Grid Services Architecture for Distributed Systems Integration[DB/OL]. <http://www.globus.org/research/papers/-ogsa.pdf>, 2002-01.