

文章编号:1001-9081(2005)06-1254-03

## 一种信息网格主体空间模型及其应用

杨宁,徐志伟,周浩杰

(中国科学院 计算技术研究所,北京 100080)

(yangning@ict.ac.cn)

**摘要:**相对于已有的客体空间模型研究,提出一种信息网格主体 EVP 空间模型,从用户的全生命周期过程(包括注册、登录、使用、维护、挂起、重新接入、退出、注销等)出发,研究了用户使用网格的各个阶段,分析了该主体模型在用户全生命周期各个阶段的变化,简述了该模型在某所信息网格中的应用,试图通过该模型分析和解决信息网格中用户的分布和异构以及用户标识的全网格统一问题。

**关键词:**信息网格;主体;EVP;全生命周期;网程

**中图分类号:** TP393.02 **文献标识码:** A

## Space model of information grid subject and its applications

YANG Ning, XU Zhi-wei, ZHOU Hao-jie

(Institute of Computing Technology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China)

**Abstract:** An EVP space model of information grid subject was proposed in this paper according to the research on object space model. Using the theory of user's full life cycle (includes register, log on, use, maintenance, hang up, reconnect, exit, and log out), the processes of the grid users were studied; the change of this model during the different processes of the user's full life cycle was analyzed; the applications of this model in the project of VEGA-IG were introduced, to solve the problems of information grid users, such as distributing, heterogeneous and uniform identification were tried.

**Key words:** information grid; subject; EVP; full life cycle; grip

### 0 引言

信息网格是利用网格技术实现信息资源的共享与协同工作。信息网格所研究的问题可以笼统地分为主体相关、客体相关以及主体和客体之间交互的相关研究(如访问控制)。在信息网格中,主体一般是指使用网格的用户;客体是指用户可以使用的所有类型资源,包括软件范围的文件系统、数据库、网页、程序、应用、服务等以及硬件范围的 CPU、存储器、外围设备等。

信息网格中的主体存在命名复杂、主体表示层次混乱、用户身份多样、管理困难、访问控制难于实现等问题。从全生命周期的角度来看,用户使用网格的过程包括注册、登录、使用、维护、挂起、重新接入、退出和注销等。我们将上述的主体相关问题统称为网格主体空间问题。本文提出一种信息网格主体 EVP 空间模型,部分解决信息网格中主体的分布和异构以及主体标识的全网格统一问题。

### 1 信息网格主体 EVP 模型

我们在信息网格的环境中提出信息网格主体 EVP 空间模型。该模型是基于信息网格所提出的,主要致力于解决信息网格的分布和异构特性所带来的问题,可能并不适合其他类型的网格使用,如科学计算网格等。

在具体讨论模型的各个层次前,先给出信息网格中两个重要的概念:社区和网程。

**定义 1<sup>[1]</sup>** 社区(agora)是一个四元组  $(S, O, P, C)$ 。其中

$S$  是主体(Subject,如用户)集合,  $O$  是客体(Object,如资源、服务)集合,  $C$  与  $P$  分别是社区共享的上下文(Context)与策略(Policy)的集合。上下文与策略都是主体和客体的关系。策略是有意地、显示地选择的,而上下文是自然地、隐式地形成的。策略可以看成是广义的上下文。

**定义 2<sup>[2]</sup>** 网程(grip)是一种代表网格主体访问网格客体的运行时结构。一个网程代表一个运行的应用实例。它支持该实例的所有请求和交互。因此,网程“大于”请求(和交互),但“小于”应用和用户。

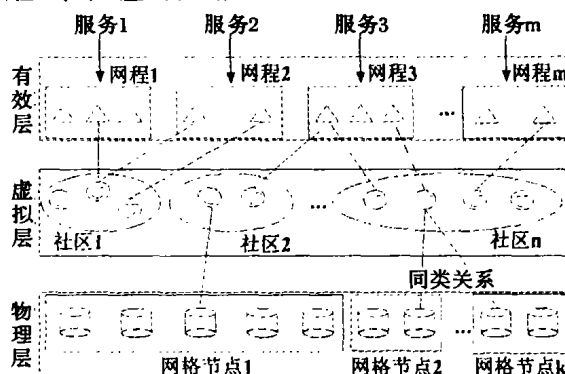


图1 信息网格主体 EVP 空间模型

和网格资源空间一致,信息网格主体空间模型也由三个层次构成:物理层、虚拟层和有效层,分别用字母 P、V、E 来表示:

P:实际存储主体信息。用户信息的注册、修改、注销等等

收稿日期:2004-12-29;修订日期:2005-02-25

**作者简介:**杨宁(1977-),女,江苏人,博士研究生,主要研究方向:网格使用模式、网格主体结构、信息网格体系结构;徐志伟(1956-),男,四川人,研究员,博士生导师,主要研究方向:并行系统结构和网格计算;周浩杰(1981-),男,江苏人,硕士研究生,主要研究方向:信息网格体系结构。

操作最终发生在物理层。主体信息存储在各个网格节点上,节点内主体标识唯一。物理层主要解决存储问题。

V:主要针对信息网格中的社区概念提出,实现逻辑上的用户管理功能,如登录等等。虚拟层主要解决管理问题。

E:有效层主要反映的是网程实际运行时所使用的主体信息,理解为一个运行时结构,在用户登录网格之后代表用户使用网格服务。有效层主要解决使用问题。

图1给出了信息网格主体EVP空间模型

### 1.1 物理层

用IG表示讨论的信息网格,用 $N_i$ 表示信息网格中的第 $i$ 个节点,每个节点上存在若干的主体信息,共同构成第 $i$ 个节点的物理主体空间 $P_i$ 。则信息网格IG的物理主体空间表示为 $P = \bigcup_{i=1}^k P_i$ 。 $P_1, P_2, \dots, P_k$ 是 $P$ 的一个划分。即对任意 $1 \leq i, j \leq k, P_i \cap P_j = \emptyset$ , 设 $f = |P|$ , 则 $f = \sum_{i=1}^k |P_i|$ 。信息网格IG的全部主体物理信息可以表示为 $P = \{p_1, p_2, \dots, p_f\}$ 。

模型通过两个层次的唯一来实现网格主体的全网格唯一:首先网格节点内的主体信息唯一,其次网格节点在网格中的标识唯一。信息网格的物理主体信息由 $p_k$ 的形式表示为 $(N_i, S_j)$ 的形式,避免了全局的主体唯一。

在分布式的信息网格中一般采用冗余的技术来保证网格的正常运转。因此存在同一个主体的信息在多个网格节点上存在的可能。这里通过等价关系划分来解决这个问题。

定义3 1) 二元关系 $R$ 是一个等价关系;2)  $\forall (p_i, p_j) \in P \times P$ , 如果 $p_i, p_j$ 提供相同的主体信息, 则 $(p_i, p_j) \in R$ 。称同时满足1)、2)的关系 $R$ 是一个同类关系。显然条件2)不是严格定义的,但是并不影响模型的功能。所谓“提供相同的主体信息”,可在具体的工程实现中由技术人员根据实际情况精确定义。

对IG的物理主体空间 $P$ , 记 $P' = P/R$ 为 $P$ 根据 $R$ 产生的等价类集合, 则 $P'$ 的元素构成 $P$ 的一个划分。即同一个主体的信息构成 $P'$ 中的元素。

### 1.2 虚拟层

如图1所示,信息网格IG包含 $n$ 个社区 $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ , 每个社区 $A_i$ 中存在若干虚拟主体信息,其集合构成该社区的虚拟主体空间 $V_i$ 。则信息网格IG的虚拟主体空间可以表示为 $V = \bigcup_{i=1}^n V_i$ 。 $V_1, V_2, \dots, V_n$ 是 $V$ 的一个划分。即对任意 $1 \leq i, j \leq n, V_i \cap V_j = \emptyset$ 。设 $g = |V|$ 及 $g_i = |V_i|$ , 则 $g = \sum_{i=1}^n |V_i| = \sum_{i=1}^n g_i$ 。因此,可将信息网格IG的全部虚拟主体信息记为 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_g\}$ 。

### 1.3 有效层

信息网格IG有服务 $m$ 个, $S_1, S_2, \dots, S_m$ ;每个服务 $S_i$ 使用若干有效主体资源,其集合构成该服务的有效主体空间,记为 $E_i$ , 则信息网格IG的有效主体空间可以表示为 $E = \bigcup_{i=1}^m E_i$ 。 $E_1, E_2, \dots, E_m$ 是 $E$ 的一个划分。即对任意 $1 \leq i, j \leq m, E_i \cap E_j = \emptyset$ 。设 $h = |E|$ , 则 $h = \sum_{i=1}^m |E_i|$ 。因此,可将信息网格IG的全部物理资源记为 $E = \{e_1, e_2, \dots, e_h\}$ 。

### 1.4 各层间关系及讨论

#### 1.4.1 物理层—虚拟层

对任意虚拟主体空间 $V_j$ , 存在一对一映射 $M_1: V_j \rightarrow P'$ , 即一个虚拟主体空间对应物理主体空间 $P$ 根据同类关系 $R$ 产生的等价类集合 $P'$ 中的一个元素, 即同一个主体, 即使其信息

存在于物理空间的多个节点上,从虚拟层来看都是同一个虚拟主体。

每一个虚拟层主体信息都会映射到一个物理层主体信息的同类关系上。当该同类关系中的元素个数大于1时,具体使用哪一个物理层主体信息可在具体的实现中考虑负载平衡,就近性原则等等加以裁决。主体信息的存储、修改等都发生在虚拟主体所映射到的物理主体空间中。以用户注册为例:用户即使是在物理位置的上海注册到虚拟的北京社区,其物理信息也是会存入到北京社区所对应的物理主体空间中。

#### 1.4.2 虚拟层—有效层

对于任意有效主体空间 $E_i$ , 存在唯一的虚拟主体空间 $V_j$ 以及映射 $M_2: E_i \rightarrow 2^{V_j}$ , 服务所使用的任何有效主体信息映射到 $V_j$ 的幂集合中的一个集合元素。该映射实质上指的是发起服务的用户所使用的有效层主体信息和该用户所在属主社区提供的虚拟层主体信息之间的映射。

相对于物理层和虚拟层之间的关联来说,虚拟层和有效层之间的关联要复杂一些:当用户使用一个网格服务时,服务会启动一个网程,在有效层代表用户使用网格。该网程通过和虚拟层的关联得到网程所需要的主体信息即有效主体信息,存在网程的运行时数据结构中,并根据用户的行为实时更改。有效层中的主体可以理解成为运行时的数据结构中的一部分。

#### 1.4.3 主体EVP空间模型特点

信息网格主体在有效层和虚拟层都实现了全网格唯一。在物理层,主体标识唯一体现在两个方面:首先网格节点内的主体信息唯一,其次网格节点在网格中的标识唯一。主体EVP空间模型的特点如表1所示。

表1 信息网格主体EVP空间模型的特点

层次	最终用户	管理员	开发人员	用户唯一标识范围	生命周期	变化产生频率	使用者	状态
物理层	不可见	不可见	可见	节点内	长	少	开发者	静态
虚拟层	不可见	可见	可见	网格内	较长	较少	管理员	静态
有效层	不可见	不可见	可见	网格内	短	多	服务	动态

从表中可以看出信息网格主体EVP空间模型的三层结构可以比较明确地反映网格主体在网格中的活动。用户使用网格的过程是通过网格服务完成的,网格服务通过网程得到虚拟主体信息,再通过虚拟层和物理层间的映射对实际的主体信息进行操作,其中供网程使用的有效层主体信息是动态的。

## 2 全生命周期原理

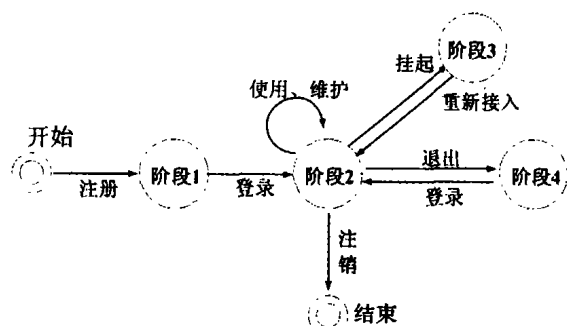


图2 信息网格主体全生命周期

文献[6]指出全生命周期的定义如下:一个实体的全生命周期(Full Life Cycle)是实体的一个有限执行序列,  $FLC = \langle LC_1, t_1, LC_2, t_2, \dots, LC_i, \dots, t_{n-1}, LC_n \rangle$ , 其中 $LC_i$ 是实体的生命周期,  $t_i \in LC_i(act(s))$ 是 $LC_i$ 到 $LC_{i+1}$ 的转移动作。 $LC_1$ 是开始

周期,  $LC_n$  是结束周期。在不引起歧义的情况下, 可以忽略转移动作, 此时  $FLC = \langle LC_1, LC_2, \dots, LC_i, \dots, LC_n \rangle$ 。

网格的全生命周期原理就是在网格的设计、使用、评价过程中包括网格实体的全生命周期过程, 并将生命周期产生的需求、功能、性能反馈到网格系统。

网格主体的生命周期过程包括: 注册、登录、使用、维护、挂起、重新接入、退出和注销等等。各周期之间的转化关系如图 2 所示。注册和注销两个生命周期往往只需要一次即可完

成, 用户大多数行为体现为登录、使用、挂起、重新接入和退出过程。和客体的全生命周期相比而言, 主体的全生命周期的难点在于挂起和重新接入的过程。

### 3 模型全生命周期分析

全生命周期原理作用于主体 EVP 模型的各个层次, 用来剖析网格用户的各个动作具体发生的过程。表 2 给出了网格主体全生命周期的各个阶段对模型的影响。

表 2 网格主体全生命周期对 EVP 空间模型的影响

层次	注册	登录	使用	维护	挂起	重新接入	退出	注销
物理层	存储用户注册信息	提供用户认证所需要的信息	提供具体用户信息	实际修改用户的物理存储信息	保存网程信息	提供已保存的网程信息	保存用户所做修改	永久删除用户相关信息
虚拟层	主社区用户列表中增加用户	提供用户主社区信息	提供社区逻辑组织	改变社区逻辑组织	维持主体挂起状态	改变逻辑社区中用户状态	保存用户状态	逻辑社区中删除用户
有效层	新用户有权使用网服务	提供用户登录服务	提供网服务	支持维护服务	对网程挂起现场操作	继续网程的执行	处理运行中网程	不再有权使用网服务

当用户进入全生命周期某个阶段时, 最先接触有效层, 用户所调用的网服务会启动一个网程, 但此时网程中并不包含任何主体信息, 有效层通过和虚拟层的映射查询所需主体信息, 再通过虚拟层和物理层之间的映射从物理层得到实际主体信息。从用户使用网服务的整个过程来看: 物理层提供了存储功能, 是所有用户操作最终发生的地方, 物理层的实现对虚拟层完全透明; 虚拟层主要提供网主体的逻辑管理功能, 主体全生命周期过程在虚拟层体现的最为完整。有效层主体信息是动态存在的, 仅当网程启动时, 才有相应的有效层主体信息存在。

### 4 结语

本文围绕信息网格主体标识、主体信息分类、主体信息查询等问题提出一种信息网格主体 EVP 空间模型, 在定义各层及层间映射的基础上, 分析了该主体模型在主体全生命周期各个阶段的变化。该模型运用于计算所信息网格中, 即以主体模型的三层空间为基础来进行模块划分: 物理层的功能是存储, 其存储方式采用 DB、FS 或是 LDAP 等均通过统一的接口对虚拟层透明; 虚拟层的功能是社区相关的逻辑主体管理功能; 有效层是为网程服务的, 通过和虚拟层的映射动态地得

到有效主体信息, 供网程使用。和以往系统相比: 物理层使用统一的接口, 具体实现对虚拟层透明, 避免了和 LDAP、FS 以及 DB 等的紧密耦合。三层结构避免了服务对物理主体信息的直接访问和基于物理主体信息存储方式的编程。虚拟层方便了网主体的管理, 体现了信息网格以用户为中心, 自主管理和界面好用性方面的思想。有效层和虚拟层之间映射基于范式分解的动态实时调整是后续主要研究方向。

#### 参考文献:

- [1] 徐志伟. 织女星网格: 关键问题与设计原理[Z]. 织女星网格文档 VGD-2.
- [2] 刘淘英, 李晓林, 李伟, 等. 关于一种网格运行时结构的若干注记[J]. 计算机研究与发展, 2003, 40(12): 1811-1815.
- [3] 徐志伟, 李伟. 织女星网格的体系结构研究[J]. 计算机研究与发展, 2002, 39(8): 923-929.
- [4] HWANG K, XU Z. Scalable Parallel Computers: Technology, Architecture, Programming, McGraw-Hill, New York, 1998.
- [5] 李伟, 徐志伟. 一种网格资源空间模型及其应用, 计算机研究与发展, 2003, 40(12): 1756-1762.
- [6] 李晓林, 杨宁, 李慧, 等. 网格全生命周期原理及应用[J]. 计算机研究与发展, 2003, 40(12): 1710-1714.

(上接第 1253 页)

到端平均时延明显降低, 同时也保证了报文投递率的增加。

### 4 结语

本文提出了一种利用节点接收的数据能量值预测链路有效时间的链路预测算法, 并运用它导出一种 AODV 改进协议, 使网络中的节点在路由失效时及时得到通知, 避免了因使用失效路由导致网络性能下降。通过在 NS2 中的仿真实验表明: 该协议与 AODV 协议相比, 在高负载网络中提高了数据分组投递率, 降低了报文端到端的平均时延, 提高了网络的性能。

#### 参考文献:

- [1] TOH C-K. Associativity - Based Routing for Ad-Hoc Networks[J]. Wireless Personal Communications Journal, Special Issue on Mobile Networking and Computing Systems, March 1997, (4): 103-139.

- [2] SU W, GERLA M. IPV6 Flow Handoff in Ad-Hoc Wireless Networks Using Mobility Prediction[A]. Proceedings of IEEE Global Communications Conference[C], Rio de Janeiro, Brazil, December 1999. 271-275.
- [3] GOFF T, ABU-GHAZALEH NB, PHATAK DS, et al. Preemptive Routing in Ad Hoc Networks[A]. Proceeding of the Seventh Annual International Conference on Mobile Computing and Networking[C]. Rome, Italy, July 2001. 43-52.
- [4] PERKINS CE, MROYER E. Ad Hoc On - Demand Distance Vector (AODV) Routing[A]. Proceedings of The 2nd IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications[C]. USA, 1999. 90-100.
- [5] Lucent Technologies. WaveLAN/ PCMCIA Card Usersps Guide[Z]. October 1996.
- [6] FALL K, VARADHAN K. The ns Manual [EB/OL]. <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>, 2000.