

开放系统 分布式处理 参考模型

④

15-18

开放分布式处理的基本参考模型

龚 俭

(东南大学计算机科学与工程系 南京 210018)

TP338.8

摘 要 The basic reference model of ODP specifies an architectural framework for the development of open distributed processing systems. The BRM is classified as descriptive model and prescriptive model. The former gives out five different viewpoints for the construction of ODP systems, as well as the general behaviour concepts for the systems. the latter defines the basic concepts and structring rules of the specification languages corresponding to the five viewpoints. The basic concepts and the architectural framework of ODP basic reference model is introduced in the paper.

一、引言

开放系统互连概念的提出及有关标准的制定使开放型计算机网络开始出现,然而这种开放型网络尚不足以成为分布式处理的支撑平台,因为 OSI 模型只是针对对等(peer-to-peer)通信问题,实际描述的是系统通信接口的行为,不能表达系统内对象的任意配置,即不能区分系统之间的关系,从而也是与对象的语义完全无关的。因此除了通信机制之外,分布式系统还需要信息共享机制和对象控制机制的支持,要解决分布式系统的开放性问题,就必须使相关机制都具有开放性。

ISO 从八十年代末期开始关于开放分布式处理(ODP)标准的制定工作。首先进行的是 ODP 基本参考模型的标准化,ODP 基本参考模型的目的在于为分布式处理提供一个体系结构框架。ODP 将通信中 OSI 的开放思想引入分布式处理,以解决不同系统之间有关机制的一致性问题,它提供:

- 在分布式环境中应用的可移植性;
- 系统之间的互操作的开放性;
- 系统中分布的透明性;

从而将对分布、交互工作、互操作性和可移植性的支持集成起来。到 93 年底,ODP 的参考模型已包括这样一些内容:

(1)概述与使用指南;ODP 参考模型及基本概念的描述与解释,以及用户应怎样来看待 ODP(ISO 10746-1/X.901);

(2)描述模型:各种概念、术语和表示的定义(ISO 10746-2/X.902);

(3)规定模型:开放分布式系统应具有的性质,从五个不同观点所对应的规范来描述(ISO 10746-3/X.903)。

二、系统的行为准则

系统中的行为载体是对象。对象的行为定义为带有发生约束的一组动作,而这些发生约束包括对象所处环境的制约和合同约束。合同定义为构成集体行为的一个对象集内成员所达成的一个协定,它包括:

- 成员的角色分配;
- 服务质量要求;
- 合同有效期;
- 违约行为定义。

一个对象表现出一种确定行为的那段时间称为一个时代(Epoch)。除正在发生状态变化的对象外,在任一时刻,对象一般总处于一个时代。时代的改变可能会导致对象类型的改变,如系统版本升级或功能扩充。对象的环境约束之一是对对象当前所处的上下文,可看成是对该对象可处状态集的一个限制。一个对象可同时处于多个上下文中,这时该对象的行为是各上下文所允许的行为的交集。

在 ODP 系统中,对象的行为往往是通过相互之间具有固定的模式的交互动作来表现的,即通过分布的交互来完成的,为了交互,首先对象要执行建立

龚 俭 副教授,主要研究方向:开放系统互连、网络管理、开放分布式处理等。

(establishing)动作,使一组对象互相了解,以便将来在它们之间开展某些活动。建立动作可有两种形式:

(1)协商:在诸对象为将来的行为达成一致的过程中需要交换信息;

(2)通告:其过程是一个对象向其它对象发出广播信息。

经过建立之后形成的行为称为使能行为。建立动作在对象之间创建了一种称为联络(liaison)的特殊关系,处在同一个联络的对象具有共同的上下文和相同的使能行为。联络分为两种:

(1)合同联络:对应于一个合同的联络,在此联络期间该合同一直有效;

(2)约定联络:对应一段活动通信的联络,如 OSI 中的连接和联系。

合同联络与约定联络可以是任意的嵌套关系,与建立动作相对应的是终止动作,被用来切断联络并废除相应的上下文。

三、ODP 的体系结构框架

ODP 的规定模型为五种语言的集合,每一种语言对应一个观点,包含按该观点定义 ODP 的规定模型所使用的术语和构成规则。

1. 企业观点

把整个 ODP 系统看成是一个(虚拟的)企业,可跨越多个组织。企业观点给出了企业中处理系统在逻辑上的分布情况、系统中的各个角色和活动、系统与环境之间的交互、企业的组织机构、用户可访问的信息(以区分系统之间交换的内部信息和中间信息)、以及企业的安全和管理策略等。概括地说,企业观点给出了系统的目的、作用域和相关策略。

在企业观点下,ODP 系统被看成是一个为满足一定目标而形成的对象集合,称为共同体,而这个目标则可表为一个合同。所以 ODP 系统没有固定的边界,其静态结构可理解为该共同体的初始状态。若共同体的管理是由其中存在的多个管理者的合作活动构成的,则称其为志愿共同体。若志愿共同体内成员之间关系是建立在对等基础上的,则称其为联邦。

共同体内的对象分为两类:代理和产品。代理可发起动作来改变其它对象的状态,以协商或获得服务,这些动作的基本类型包括:

(1)使代理在获得许可之后为另一个代理承担一个义务,如成为它的服务员;

(2)使代理为另一个代理完成一个义务,如提供一次服务;

(3)使代理放弃为另一个代理所承担的义务;

(4)向另一个代理申请执行某个原不允许执行的动作的许可,如访问控制;

(5)禁止代理去执行它原来可以执行的动作。

产品通常是数据存储的抽象,它们不允许执行上述类型动作。一个对象可同时属于多个共同体,一个共同体本身也可被视为一个对象而成为另一个共同体的成员,因此,共同体是可以重叠和嵌套的。共同体成员的加入与离去的规则由构成该共同体的合同确定,共同体内的成员必须履行合同规定的义务。

2. 信息观点

从信息及系统分析员的角度来看企业,以获得系统中信息的语义和信息处理活动。信息观点包括构成企业信息内容的那些信息元素的结构,描述信息元素之间关系的规则,信息元素的属性,以及把信息系统划分成多个自治部分的逻辑划分和信息流。

在信息观点下的 ODP 系统是一个形式化的系统,由系统中的信息对象及其关系来刻画。信息规范描述的是一个复合的信息对象,它由一组模式构成,每个模式定义一组信息对象以及它们的完整性规则。模式分为静态模式、不变模式和动态模式三种,静态模式定义某一时刻信息对象的状态和结构的完整性规则,复合信息对象的结构由概念类(即模板)构成,这些概念类通过它们之间存在的关系(包括所有子类/超类关系)相关联。复合信息对象的状态由其中的对象的状态和组合方式所确定,而一个信息对象的状态则由它所属的概念类状态组成。一个信息对象可同时属于多个类。不变模式只包含结构完整性规则,而没有具体的状态规范,所以它独立于该对象任意时刻可能表现出的行为。动态模式从某个不变模式中构造,它具有附加的完整性规则以确定信息模型中该对象所允许的行为。信息规范中的行为被模型化成为对象的状态变化,而状态则被模型化成为类的成员关系,所以行为完整性约束被表为类的复合中所允许的改变。

3. 计算观点

从应用设计者的角度来看 ODP 系统,给出实现系统功能所需的算法、交互操作与接口结构,也即它所表明的是从计算的观点看系统要做些什么。

计算观点下所描述的是对象的接口与操作。在这里,接口定义为对象由其可观察动作的一个确定子集所表现的行为的抽象,对这个接口而言,对象的其它可观察动作是不可见的。所以,对象的接口集构成该对象可观察行为的一个划分。操作则是服务员对象对应于由操作调用实例所引起的可能操作执行

行为,并且服务员对象可由一些互相交互的对象构成(即是分布的)。在 ODP 系统的计算规范中的接口分为:

- 操作接口:其行为由一组操作描述;
- 流式接口:由一组信息流构成,其行为由贯穿该接口生存期的一个动作描述。

计算规范中的每个接口和对象还具有环境约束,包括时态约束(如生存时间)、故障约束、依赖性约束(如可用性、安全性等)、和位置约束。对于操作接口还要定义:

- 接口中操作开始与终止动作的次序约束;
- 每个操作的行为表达式;
- 操作的冲突约束;
- 指出它是客户对象还是服务员对象(不能同时为两者)。

接口中的基本元素称为签名。其中,操作签名是一个形式化的操作定义,它包括:

- (1)一个动作模板,称为操作调用模板,包括操作名以及参数的个数与类型;
- (2)一个称为终止模板的有限动作模板集,每个元素均包括一个终止名和相应的参数个数与类型;
- (3)操作可能的约束定义。

流式签名是信息流的形式化定义,它指出接口中每个信息流的类型和方向,流出的称为生产者,流入的称为消费者。

计算观点下的操作具有确定的形式,被定义为如下的活动:

- (1)活动的第一个动作是客户-服务员交互,称为操作调用,且发起对象是客户方;
- (2)操作调用是服务员方某接口中定义的一个操作签名的实例;
- (3)有唯一的操作终止,且它是对应操作签名的终止模板中某元素的实例;
- (4)由服务员方发起操作终止,且一个操作终止仅与一个操作调用有关,即不能用一个操作终止去结束两个操作。

计算观点中的一个重要概念是结合(binding),对象只有通过各自的接口相互结合起来才能实现交互。可隐式地把客户操作接口结合到服务员操作接口,也可显式地结合操作接口和流式接口。这需要调用结合动作并产生一个新的结合对象,该对象具有一个控制接口,它控制这些结合在一起的关系。对于操作接口,只有当服务员接口的类型是客户接口类型的子类型时才允许结合。对于流式接口,被结合的信息流类型均必须是结合对象模板中某接口类型的子类型,且信息流方向也吻合。结合必须满足所有有关接口的环境约束,另外在显式结合时,结合控制接口可根据结合的类型改变涉及的接口集,即可动态改变参加结合的接口(位置透明性)。

客户对象只能选择服务员对象接口中定义的操作,并可能遇到该操作任一已定义的终止;同样,服务员对象必须允许别人来选择任一已定义在它接口中的操作,并按某种已定义的方式终止。

4. 工程观点

从操作系统和网络的角度来看 ODP 系统,以确定支持分布所需的基础结构。工程观点包括透明性机制、处理能力、存储能力以及通信能力分布的抽象实现结构,它所表明的是从工程的观点看系统应如何来完成它的任务。

工程观点以对象、集群、封装块以及结点等元素来表述 ODP 系统的分布结构。系统的基本元素是基本工程对象(BEO),它是计算对象及其环境台的综合表示,负责系统应用的处理。系统中还有下列类型的对象:

- (1)核心对象,它负责协调 BEO 对本结点处理、存储和通信功能的使用;
- (2)根对象,它在一个集群中代表其它集群中的 BEO 与本地 BEO 交互,其作用类似于远程过程调用中的根进程,有助于实现分布透明性;
- (3)结合对象,它负责维护交互的 BEO 之间结合,从而也有助于分布透明性;
- (4)拦截对象,它起类似于网络中信关的作用,使 BEO 之间的交互能跨域;
- (5)协议对象,它们之间的交互支持不同集群中 BEO 的交互。

一个 BEO 总要结合到核心对象的资源接口和本集群中集群管理者的管理接口,它的其它接口可以是:• 未结合;• 结合到本集群的另一个 BEO;或• 结合到一个通道。

集群是工程观点下 ODP 系统中 BEO 的基本集合,它是系统元素生成、去活及重激活的工程单位。集群处于活动态时,其中的所有 BEO 均处于最佳执行形式且已与核心对象结合;集群处于去活态时,其中的所有 BEO 均处于最佳存储形式且已与核心对象有序地脱离结合,即它已释放了核心对象分配给它的所有资源,由于这种结合脱离是有序的,故此仍允许它与核心对象重新结合,称为重激活。校验点是一种特殊的去活集群,它其中所有 BEO 对应于某个不变量均处于一个一致的状态,因此它是该集群某一时刻的副本,可用于该集群故障时的恢复。

工程观点下系统结构的一个重要概念是通道,它是根对象、结合对象、协议对象以及拦截对象的一个配置,它提供 BEO 接口集之间的结合以进行交互。BEO 在通道支持下可作下列类型的交互:

- (1)客户-服务员方式;
- (2)一组对象与另一组对象之间的广播;
- (3)分别作为生产者和消费者的对象之间的流式交互。

通道模板规定了如何配置和初始化通道内的各有关对象,这个初始化过程可能还包括动态的协商交互。图1给出了通道结构的例子,其中的根支撑对象提供诸如身分鉴别等访问控制功能,结合支撑对象提供重定位和交易等功能,不同集群中的BEO只能通过通道交互。

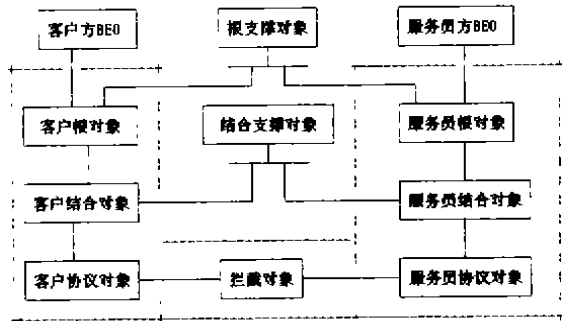


图1 通道结构的例子

系统中资源分配和封装的工程单位称为封装块(capsule),一个封装块中可包含一个或多个集群,系统中资源独立的工程单位称为结点,一个结点由一个核心对象和一组封装块构成,一个活动集群只能属于一个封装块,而一个封装块只能属于一个结点。在每个封装块中,CPM是结合到各个CLM的集群管理接口的,封装块的实例化由核心对象负责,对封装块中不再含有活动的集群时,它可被删除。封装块结构可如图2所示。

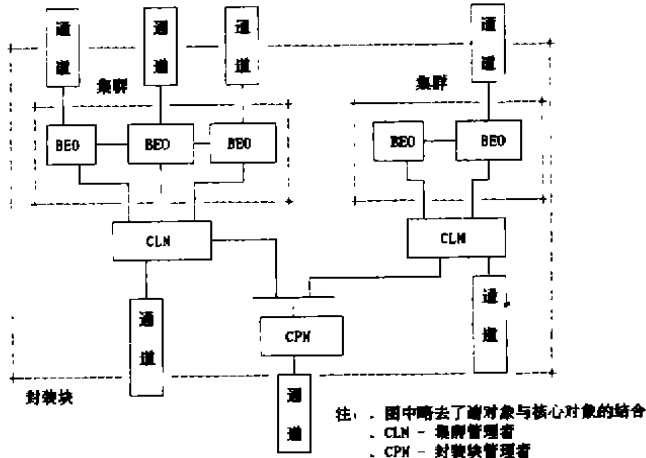


图2 封装块结构的例子

5. 技术观点

从系统实现者的角度来看ODP系统,以选择支持系统的技术。技术观点所对应的技术语言描述了

ODP系统的具体实现规范,它重点给出系统对应于计算规范和工程规范的实现结构和实现环境,包括使用的软、硬件系统和拓扑结构。允许使用非标准的系统成份,如非标准的通信协议,来实现标准的ODP功能。

四、观点的一致性约束

同一ODP系统从五个不同观点建立起来的模型必须满足如下定义的一致性约束。设S1和S2为对象A分别在不同的语言L1和L2下的规范,若存在映射M,使得 $M(S1)=S1'$ 为L2下的规范,且S1'与S2行为兼容,则称S1与S2是一致的,所谓行为兼容是指在一组固定的标准下,若一个对象可替换另一个对象而不被环境所察觉,则称这两个对象是行为兼容的。行为兼容性是自反的,但未必是对称和传递的。这个一致性约束定义保证S1和S2在L1和L2的构成规则下是无冲突的,但并不保证两者等价。ODP系统的一致性及其测试基于参照点概念。系统全局行为的测试是建立在对各有关参照点的协调测试和适当解释的基础上的,仅对部分参照点进行测试是不能保证系统整体一致性和互操作性的。

五、结论

ODP的基本参考模型分为描述模型和规定模型。前者给出了构造分布式处理系统的五个不同的观点(角度)以及系统的一般行为准则。后者定义了对应这五种观点的规范语言的基本概念和构成规则。开放型分布式处理的核心思想是支持开放的互操作,系统可不存在确定的边界,也不强调全局模型的重要性。与传统的观念相比,在开放型分布式处理的基础上建立的分布式应用,其设计的着眼点是将已有的分布异构系统和实体集成起来,而不是一个全局模型指导下的功能分解。ODP基本参考模型的标准制将在两年内完成。随着计算机应用深入和发展以及象CSCW和并行工程等概念的出现使得对分布式处理的需求越来越迫切,这些应用与现有的使能技术结合已导致产生了一系列以竞争为目的的分布式处理体系结构,其结果是引起技术的多样化和市场的混乱。开放分布式处理的基本参考模型将为统一这些体系结构提供依据,并指导未来分布式应用的开发。

主要参考文献:ISO,IEC JTC1,SC21,Working Draft for Information Technology-Open Distributed Processing-Basic Reference Model of Open Distributed Processing,Part1-3,1993