

开放普适计算环境的实现

张向刚 张云勇 刘锦德

(电子科技大学计算机科学与工程学院微机所 成都610054)

摘要 开放系统已经成为当今计算机界广泛倡导并积极遵循的策略。从开放系统的基本特征出发,导出描述开放系统的轮廓框架(AUSPICE),通过对轮廓中各个组成部分,选用一定的标准就可以实现一个开放系统。但实现一个完全的开放系统是一个长期的过程,而且对于具体应用环境和需求,其实现过程各有不同。本文针对普适计算环境,首先分析了开放性对于普适计算环境的重要性和必然性,同时针对普适计算环境的特点,对开放系统的轮廓框架扩充为AUSPICA,最后提出了适合普适计算环境的开放系统实现过程模型。

关键词 开放系统,普适计算,过程模型,轮廓,可移植性,可互操作性,封闭系统

The Implementation of Open Pervasive Computing Environment

ZHANG Xiang-Gang ZHANG Yun-Yong LIU Jin-De

(College of Computer Science and Engineering, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610054)

Abstract The conception of open system has become a business strategy of the computer industry. A profile for open systems is introduced through a series of careful inference, which starts from the well-know characteristics of open computer systems. With the help of the profile, the open systems can be realized. But the course of implementing an open system is long, and the courses are diverse because of the applications' environment and requirements. In the paper, the importance and necessary of open system are explained in pervasive computing. Then the profile of open system is extended for pervasive computing. At last, the process model of implementing open systems in pervasive computing is proposed in order to guide the course of implementation.

Keywords Open system, Pervasive computing, Process model, Profile, Portability, Interoperability, Closed system

随着计算机和通信技术的发展,各种小型、智能和移动设备(如:移动电话和PDA等)正在成为计算的主流。计算组件不仅存在于传统的计算机,而且通过各种方式嵌入到各种各样的设备中,以各种形式存在于我们生活和工作的方方面面。这就是所谓的无处不在的计算环境^[1](pervasive computing,简称普适计算环境)。这种新型的计算模式将打破传统意义上的计算机的概念:使用更方便、移动更容易、功能多样化的各种具有计算能力的设备大量出现,并且通过网络连接到一起,能够让用户更高效、更简单、更普遍、更可靠、更安全地访问和使用各种资源和信息。

1 普适计算中开放系统技术的必然性

普适计算环境涉及各种技术(硬件、软件、网络、通信),组建一个普适计算环境并不容易,为了有效管理和利用系统的各种资源和信息,必须处理好系统所面临的若干特有的问题:

- 远程性:构成一个普适计算环境的组件可以在空间上分散地存在;它们之间的交互可以是本地的,也可以是远程的。
- 并发性:系统中任意一个组件可能与任何其它组件并发执行。
- 无全局状态:一个普适计算环境是一个分布式系统,其全局状态不可能精确地确定。
- 异质性:普适计算环境的组成复杂,异质性会出现在多种地方:硬件,操作系统,通信网络和协议,编程语言,应用等。
- 自主性:一个普适计算环境可能存在若干个自主管理或

控制当局,而并不存在一个单独的控制点。自主性的程度指明了处理资源和相关设备(打印机、存储设备、图形显示器、音频设备等)受各个分离的组织实体所控制的状况。

- 部分失败:由于系统中大量的廉价小设备,其失败经常出现。
 - 联合性:整个系统可能跨越多个自主实体,而为了完成一个目标,不同管理域、技术域通常需要联合起来;而且普适计算环境中往往涉及众多设备的联合和协同工作。
 - 异步性:通信和处理活动并非是由单个全局性时钟所驱动。一个系统中的相关变化不可能被认为是在一个瞬间的时点上发生。
 - 伸缩性:系统的规模会随时间和需求增加或减少。
 - 发展性:构成整个系统的设备和技术在不断地进步,系统中的设备和技术需要不断地更新,应用的需求也会推动系统的发展。
 - 移动性:信息源、处理节点和用户都可能在物理位置上移动。程序和数据也可能在节点间移动。
- 普适计算涉及的设备和技术千变万化,构建这样的系统并不容易,没有一个厂商能够提供全套的设备,也没有一种或少量的几种技术能够提供完全的解决方案。只有通过开放系统技术才能够将它们组合在一起,集成各个厂商的产品和技术,更好地进行维护和升级。

从20世纪80年代中叶计算机技术界出现了“开放系统”这一名称以来,开放系统日显其威力。高举此旗的厂商日趋兴

张向刚 博士生,主要研究领域为:中间件、普适计算和数据管理。张云勇 博士后,主要研究领域为:中间件、agent技术和软交换。刘锦德 教授,博士生导师,主要研究领域为:开放系统与中间件技术。

旺,而反其道者日益衰落。尽管开放系统不存在精确的定义,但对它却存在着公认的“必具特征”^[2,3],它们是:可移植性(Portability);可互操作性(Interoperability);可伸缩性(Scalability);易获得性(Availability)。

关于何为开放系统?如何组建自己企业即将构造的开放系统?文[5]成功地完成了开放系统描述的研究,其研究成果可简明归纳为:

- 一个开放系统可以用其“轮廓(Profile)”^[4,5]来勾勒。
- 轮廓由七个成分所组成,它们可用“AUSPICE”一词概括、简称。具体含义如表1所示。

表1 AUSPICE 含义

代表符	A	U	S	P	I	C	E
对应的成分域	系统管理和网络管理	用户界面	安全性	编程服务	可互操作服务	通信服务	其它

·在构造系统时对其轮廓的七成分均采用适当的标准,其结果将形成开放系统,如表2所示。

表2 开放系统开放程度表

开放程度	A	U	S	P	I	C	E	功能
封闭								
低		✓						①(应用移植性)
	✓	✓						①+②(终端用户移植性)
中等	✓	✓	✓					①+②+③(互联性)
	✓	✓	✓	✓				①+②+③+④(信息共享)
	✓	✓	✓	✓	✓			①+②+③+④+⑤(系统管理)
高	✓	✓	✓	✓	✓	✓		①+②+③+④+⑤+⑥(安全性)
	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	①+②+③+④+⑤+⑥+⑦(互操作性)
全开放	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	

多年的实践使我们认识到现有的开放系统与过去的专用系统并非1与0的关系,如表2,现实的开放系统在开放程度上大体处于1与0之间。一个实际系统若能对AUSPICE七个成分都选用适当的标准,将使此正在建设的系统有可能成为高层次的开放系统(即开放程度接近1);反之,胸无成竹地选用标准,有可能使未来推出的系统成为一低档次的开放系统(即开放系统接近0)。

文[5]在澄清了开放系统的内涵后,为其建立了一个较为实用的工作定义:对于一个计算机环境,通过对其轮廓(AUSPICE)选用适当的标准并配以相应的软件(与硬件),使其能实现应用软件和使用者可移植性、实现异种机网络内多节点间的互操作性,以及实现全局性的安全性,则此环境就进化为一个开放系统。

开放系统技术为组建普适计算环境带来的优点是:①缩短系统的生产时间;②更容易,更及时地采用新技术;③可以方便地开发、集成、升级和维护各种应用系统;④有效减少整个系统在整个生命周期内的各种费用;⑤有效地利用现成的产品和技术;⑥产品质量更优秀,性能更可靠,系统更安全;⑦有效地提高产品的竞争力。

由于开放系统短暂的历史(计算机领域出现开放系统的名称只有十多年的历史)和多变的有关技术环境(用户的用机条件从单机变为网络,网络从固定网变为移动网和固定网;应用从简单的单机应用变为网上应用),使开放系统的内涵迅速地变化和丰富。因此,我们有必要对普适计算环境中组建开放

系统进行深入的探讨。

2 普适计算中开放系统轮廓的扩展

普适计算环境是一个综合的、集成的环境,组建这样一个计算环境需要融合各种技术和产品。这一特点决定了体系结构对于组建普适计算环境的重要性。体系结构定义了系统的局部和总体计算部件的构成,以及这些部件之间的相互作用关系。部件包括诸如客户、服务器、数据库、过滤器、程序包、过程、子程序等一切组成成分。相互作用关系包括诸如过程调用、共享变量访问、消息传递等。相互作用也包括具有十分复杂的语义和构成的关系,诸如客户/服务器的访问协议、数据库的访问协议、网络的传输协议、异步事件的映射等。

除了描述系统的构成和结构关系外,在系统的功能需求方面,体系结构还表达了系统需求和构成之间的对应关系,这为系统的设计提供了分析和评价的依据。在系统宏观层面上,人们所关心的是系统的非功能需求方面的内容,诸如容量、数据吞吐量、一致性、兼容性、安全性、可靠性等,这些在体系结构中也都表达出来。

体系结构的重要性在于它决定了一个系统的主体结构、宏观特性和具有的基本功能及其特征。其重要性表现在^[6]:

在项目规划阶段,粗略的体系结构是进行项目可行性、工程复杂性、工程进展、投资规模、风险预测等的重要依据。

在项目需求分析阶段,需要从需求出发建立更深入的体系结构描述,这时的体系结构,是开发商和客户之间进行需求交互的表达形式,也是交互所产生的结果。通过它,可以准确地表达用户的需求,以及设计对应需求的解决方法,并考虑系统的各项性能。

在项目设计阶段,需要从实现的角度对体系结构进行更深入的分解和描述。

在项目实施阶段,体系结构的层次和部件是建立开发人员的组织和分工、协调开发人员的依据。

在项目的评估阶段,体系结构是性能测试和评价的依据。

在项目维护升级阶段,对系统的任何扩充和修改都需要在体系结构的指导下进行,以维护整体设计的合理性和正确性以及性能的可分析性,并为维护升级的复杂性和代价分析提供依据。

体系结构的设计选择对于系统的长远成功是至关重要的。

体系结构的重要问题是认识和识别在系统的各个层面上存在并发挥作用的组块和组块之间的关联,并使它们达到标准和规范化,成为再次设计时可供分析和可重用的设计概念。

因为体系结构对于整个系统的重要性,所以在组建开放的普适计算环境的时候不得不考虑体系结构这一因素,同时有必要将AUSPICE扩展为AUSPICEA.E轮廓,增加体系结构(architecture)组成部分,用A来表示,即要实现开放系统,需要实现体系结构的开放性。如表3所示。

表3 AUSPICEA.E 含义

代表符	A	U	S	P	I	C	A	E
对应的成分域	系统管理和网络管理	用户界面	安全性	编程服务	可互操作服务	通信服务	体系结构	其它

开放的体系结构能够为系统带来如下的优点:①体系结构的开放性更能够利用现成的技术和产品生产新系统和集成遗产系统;②只有体系结构的开放性,组件生产厂商,才能够

生产一定体系结构中的通用组件;③体系结构的开放性有利于系统的更新和维护。

3 开放普适计算环境的实现过程模型

各种具体的开放系统,因为系统的应用需求和应用环境的不同,其实施开放系统的步骤会有较大差异。例如:在系列机上开发符合一定标准的开放的操作系统,它强调的重点是可移植性。实现一个开放的分布式系统,其强调的重点会成为互操作和网络的通信。普适计算环境由于其分布性、异构性、协作性、多样性(涉及的产品和技术众多)和移动性等,决定了构建一个开放的普适计算环境不可能是一蹴而就的。这是因为整个开放系统本身并没有一个全面统一的标准,各种技术还不能协调一致,所涉及的各种标准和技术都在不断的发展中,各个厂商的产品并不都符合相同的标准,没有一个厂商能够提供完全的解决方案。这些是由技术的发展规律和对商业

利益的追求双重原因决定的将长期存在的事实。这个事实决定了实现开放普适计算环境是一个过程,有个实现顺序的问题。根据应用的需求、环境特点和现有的标准,实现一个相对的开放系统,然后随着技术的进步和标准化工作的进展,逐步完善现有的开放系统,使其成为高层次的开放系统。

普适计算环境中,因为设备从硬件、操作系统到应用程序的异构性非常之大,所涉及的供应商和技术众多,所以在构造系统的初期不易过多强调可移植性。而且,对于一些专有设备是不可能实现可移植性的;同时普适计算环境强调的重点往往是设备之间的协作和信息的共享。实践证明首先在开放的体系结构下实现各功能部件的通信和互操作性,实现系统的功能,然后随着系统的进一步升级和技术的不断进步,逐步替换和更新其中的各个部分,使其满足相应标准和规范,具有现实和工程上的可操作性。其实现过程模型如图1所示。

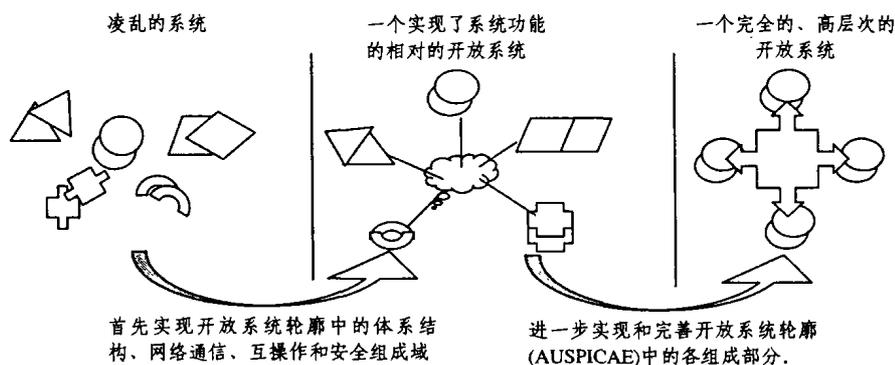


图1 普适计算环境中开放系统实现过程模型

其中,开放的体系结构需要在工程的最初阶段就要进行考虑,因为只有开放的体系结构才能够容纳技术的进步和标准的更新,为实现高层次的开放系统奠定基础。即,开放的体系结构能够使系统可以采用不同厂家的产品和新技术,同时随着技术的进步和标准的更新,能够使系统最大限度地容纳现有系统,保护用户的投资,实现系统的平稳升级。

相应地,需要在工程的最初阶段考虑网络通信和互操作是由普适计算环境的应用需求决定的。同时在工程的初始阶段也需要考虑安全性的问题。

按照上述的过程模型构造系统,能够给开放普适计算环境的工程实现提供更大的灵活性和可操作性,由此构建的开放系统环境具备以下的属性:

- 是开放的--通过对其轮廓(AUSPICA)选用适当的标准并配以相应的软件(与硬件),能使此系统成为一个开放系统。

- 是集成的--将各种不同的系统和资源结成为一个整体,而不必花费昂贵的特定开发费用。集成性有助于对付异质性。

- 是灵活的--能够发展,且能够让原有的系统存在和继续运行。一个开放的普适计算环境应当能够面对运行中的变化--如,它应当能够动态地重配置以适应变化的环境。灵活性有助于对付移动性。

- 是模块化的--允许一个系统中的一些部分是自治的,但是是相关联的。模块化是灵活性的基础。

- 是可联合的--允许一个系统与来自不同管理或技术域的系统相组合,以完成一个目标。

- 是可管理的--允许一个系统的资源被监视、控制和管理,以支持配置、QoS和记账策略。

- 满足服务质量需要--提供,诸如在远程资源和交互的环

境中的及时性、可用性和可靠性的对策;以及在发生部分失败的情况下的容错对策。

- 是安全的--保证系统设施和数据受到保护,以防非授权访问。

- 提供透明性--对应用屏蔽掉细节和机制上的差异,以克服分布式环境所造成的问题。这是一个为了方便构建分布式应用的需要所引起的需求。应当被屏蔽的各个方面包括:支撑软件和硬件的异质性,组件的位置和移动性,在面临失败时获得QoS所需级别的机制(如复制、迁移、检测等)。

小结 开放系统已经成为计算机技术发展的一个必然趋势,其概念和内涵从诞生之日起就在不断发展和丰富。由于普适计算环境涉及的技术多、产品广,决定了其必需开放系统技术。实现一个开放的普适计算环境需要体系结构技术,从20世纪90年代以来,体系结构和构件技术逐步成熟和实用化,体系结构在整个系统的构建上越来越扮演着重要的角色,在开放系统的轮廓框架中引入体系结构成分域。有利于包容和吸收不同的技术。同时普适计算的特点决定了开放系统的实现不可能是一蹴而就的,根据应用的需求和环境的特点,选用一定的过程模型,具有较强的工程性和现实性。

参考文献

- 1 Weiser M. The computer for the twenty-first century. Scientific American, 1991, 265(3): 94~104
- 2 Hack D. Open For Discussion. UNIX World, Barry D Bowen, Feb. 1991
- 3 The Changing Sphere of Interoperability. Uniform Monthly, March 1993
- 4 刘锦德,唐雪飞. 计算机开放系统轮廓描述的研究:[电子科技大学研究报告, No. 9208]. 1992
- 5 刘锦德. 对于开放系统内涵的澄清. 计算机应用, 1997, 17(6)
- 6 万建成,卢雷. 软件体系结构的原理、组成与应用. 科学出版社, 2002