

基于普适计算与网格技术的企业培训系统框架*

谢晓兰^{1,2+}, 牛秦洲², 李建涛², 李春泉³

¹(西安电子科技大学 机电工程学院,陕西 西安 710071)

²(桂林工学院 电子与计算机系,广西 桂林 541004)

³(桂林电子科技大学 机电与交通工程系,广西 桂林 541004)

Enterprises Training System Frame Based on Pervasive Computing and Grid Technology

XIE Xiao-Lan^{1,2+}, NIU Qin-Zhou², LI Jian-Tao², LI Chun-Quan³

¹(School of Electro-Mechanical Engineering, Xidian University, Xi'an 710071, China)

²(Department of Electronics and Computer, Guilin University of Technology, Guilin 541004, China)

³(Department of Electronic Machinery and Traffic Engineering, Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004, China)

+ Corresponding author: Phn: +86-773-5896403, E-mail: xxl@glite.edu.cn, <http://www.glite.edu.cn>

Xie XL, Niu QZ, Li JT, Li CQ. Enterprises training system frame based on pervasive computing and grid technology. *Journal of Software*, 2006,17(Suppl.):249-255. <http://www.jos.org.cn/1000-9825/17/s249.htm>

Abstract: The paper puts forward a pervasive environment enterprise training frame (PETF). PETF is based on the relevant technology of pervasive computing and grid technology, with the advantage of free from the usual limitation of space and regions and can work at any time and at any place. Simultaneously, it provides plenty of training resources and can make use of the distributed resource to integrate the cooperation. A brief introduction is presented about the structures, functions and characteristics of PETF. The prototype of PETF software system is developed which can provide useful reference and experiences for enterprise professional training system and relevant researches.

Key words: PETF; enterprises training; pervasive computing; grid

摘要: 依据网格和普适计算的相关技术建立了一个基于普适计算与网格技术的企业培训系统的框架(PETF).它可以不受空间与地域的限制,可以随时随地进行培训,同时也不用担心培训的资源不足,又可以集成协作利用异地分布的培训资源.同时对PETF的框架结构、功能、特点进行了简要描述.开发了PETF软件系统原型,将对相关企业培训系统的研制与开发人员具有一定的借鉴和参考作用.

关键词: PETF;企业培训;普适计算;网格

知识经济时代凸显了知识的重要价值,知识成为知识创新经济的核心要素和企业赖以生存和发展的重要战略资源.基于此,企业员工的教育培训受到前所未有的重视.并且,对企业员工的教育培训提出了更高要求以应对新的挑战.

* Supported by the Natural Science Foundation of Guangxi Zhuang Autonomous Region of China under Grant No.0575101 (广西壮族自治区自然科学基金); the Project of the Education Department of Guangxi Zhuang Autonomous Region of China under Grant No.2004[20] (广西教育厅项目)

Received 2006-03-30; Accepted 2006-10-08

现有的企业培训模式,一般有基于教室的培训(即面授培训),还有电子化培训、网络化培训(E_Training).然而,传统的培训模式难以灵活应对知识以几何级数递增的变化,培训投资成本的不断上涨,如教室、交通、住宿、设备、培训师劳务费等的支付,成为制约企业培训发展的“瓶颈”.^[1]电子化培训有光盘培训、电子文件下载、网络会议同步培训等模式.而网络化培训,目前基本上是基于 Web 网页的培训,Web 实现了网页资源的连通.Web 的兴起,通过浏览器将网页连接起来,计算机可以做包括网上培训、电子商务在内的许多事情.但是,各行业在应用层面上的互连互通远远没有实现,计算机的使用也远不如电话、手机等那么方便,Web 侧重于计算机之间的通信和信息交换而不支持多个站点之间的、集成的资源协作利用,Web 还缺乏丰富的交互模型所需的特性.

由于以上培训方式的种种不便,人们一直在寻求着一种低价高效灵活的培训模式,它可以不受空间与地域的限制,可以随时、随地进行培训,同时也不用担心培训的资源不足,又可以集协作利用异地分布的培训资源.随着计算机软硬件技术和网络通讯技术的飞速发展,基于普适计算以及网格技术的新型培训系统作为一种新的企业培训模式便应运而生.

1 普适计算

对于普适计算准确的定义,不同的研究者有不同的理解,其目标都是“要建立一个充满计算和通信能力的环境,同时使这个环境与人们逐渐地融合在一起”^[2];有人给出的定义是:“普适计算是信息空间与物理空间的融合,在这个融合的空间中人们可以随时随地、透明地获得数字化的服务”.^[3]从概念上说,普适计算是虚拟计算的反面^[4].虚拟计算致力于把人置于计算机所创造的虚拟世界里,而普适计算则是使计算机融入人的生活空间,形成一个“无时不在、无处不在而又不可见(anytime,anywhere,invisible)”的计算环境.在这样的环境中,计算不再局限于桌面,用户可以通过手持设备、可穿戴设备或其他常规、非常规计算设备无障碍地使用计算能力和信息资源.

普适计算具有以下 4 个特点:

- 1) 分散性:从传统的集中计算模式转向分散式的计算模式,部分计算能力从服务器转移到了小型客户端.
- 2) 多样性:计算设备的多样化,针对特殊用户群具有特定用途的各式各样的设备越来越多.
- 3) 连通性:各种各样的设备可以通过多种途径互联起来进行通信.
- 4) 简单性:设备的使用简单明了.

2 普适计算与网格技术的融合

普适计算的重点在于向客户提供一个无处不在的自适应计算环境,使人与计算环境更好地融合在一起.网格的核心思想是对网络异构资源的整体共享和使用.这里的“资源”包括计算机、数据库、仪器设备,信息服务等广泛的内容.网格与普适计算在许多应用场景的融合成为一种趋势.网格技术可以作为普适计算服务器端的技术支持;而普适计算则为网格提供了灵活的客户端形式和应用手段.

网格和普适计算虽然侧重点不同,但最终的目标是一致的:

- (1) 资源的广泛共享.两者的目的都是通过各种方法、技术和策略,将网络上的各种资源共享,提供给网络上更多的用户使用;
- (2) 资源的有机聚合.网格和普适计算的目的都在于通过协同工作将巨大资源连接集成起来,产生更大的综合效能,联合完成应用任务;
- (3) 充分释放.为用户提供良好的开发手段和使用环境,将多种资源的聚合效能按照需求传递给用户,为用户提供个性化的信息服务、计算服务和决策支持服务.

网格技术和普适计算之间并不冲突,而是一种正交融合的关系,两者的结合应用将会越来越多^[5,6].

3 基于普适计算与网格技术的企业培训系统框架

基于网格与普适计算的相关技术,本文提出了 PETF(pervasive environment training frame),PETF 是一个在普适计算环境下结合网格技术构建虚拟企业培训环境的框架,它的主要目的是为了使得培训师和企业员工能够

摆脱时间与空间的限制,使企业员工可以随时随地与培训师进行沟通交流,创造一个随时随地都可以学习的环境,使得企业培训更加人性化.主要实现的功能是培训师实时网上授课、在线答疑、分发批改员工作用;企业员工实时网上听课、实时地与培训师和员工间进行交互;可以使培训师和企业员工自由地共享一个网络提供的集成环境.普适计算环境下的企业员工培训,其灵活性将大大提高.

4 PETF 的框架结构分析

PETF 的框架结构如图 1 所示.下面对 PETF 框架中的一些相关基本概念做简要的说明.

1) 企业培训门户:包括一个标准框架和在其中运行的应用相关的程序.框架提供了所有应用都需要的服务.它可作为一个开放式的共享平台,帮助用户根据自己的需要访问到相关的信息.

2) 高带宽的有线和无线网络系统:在普适计算环境中,为做到计算能力的“即连即通”,使用户得到延迟小、可靠的通信服务,需要高质量的宽带网络系统支持.

3) 培训资源库:包含计算资源、存储资源、软件资源、信息资源和专家知识资源等.

5 PETF 框架的特点

普适计算环境下的企业培训系统具有以下特点:

1) 透明性:培训师与企业员工交流时不需要花费很多注意力,无须关心对方是在什么地方,用什么方式在使用系统.即这种服务的访问方式是十分自然的甚至是用户本身注意不到的.

2) 交互性:在基于 PETF 的企业培训系统中,企业员工与培训师,企业员工与企业员工间必须进行充分的交流.培训师要根据自己观察到的企业员工的接受情况来安排下一步的教学.所以,交互性是基于 PETF 的企业培训系统的一个重要条件.

3) 通用性:要求 PETF 适用于不同的企业,同时,培训师和企业员工用不同的普适计算设备,在不同的环境下使用 PETF 系统时,系统都能提供较高的服务质量,即允许它的资源被协同使用,以得到多种服务质量,满足不同使用者的需求,如系统响应时间、流通量、有效性、安全性以及资源重定位等方面.

6 PETF 基本功能结构分析

PETF 基本功能结构如图 2 所示.

用户可通过各种普适计算设备访问企业培训系统管理门户,通过门户访问与培训资源网络资源连接的后端服务器,然后再通过系统管理、服务调度、安全管理、系统管理等模块对这些资源进行处理、整合,成为用户需要的模式,供用户查询、学习、使用.企业员工、培训师能通过普适计算设备在任何时间、任何地点进行学习、授课、交流讨论.

下面就图 2 中的一些概念作简要的解释.

1) 普适计算设备:指掌上电脑,手机,PDA 等各种移动设备.

2) 企业培训系统管理门户:PETF 的用户窗口,培训资源的一个开放式的共享平台,可以向 PETF 系统的用户提供所需的相关服务和信息资源.

3) 项目管理:项目管理模块完成 PETF 服务中普适计算环境下的各种项目的管理功能.

4) 服务调度:PETF 用户通过企业培训系统管理门户,提交一个应用需求服务后,通过服务调度组件来查看用户是否有满足服务请求的资源,确定访问目标资源的权利,获得认证授权后,资源提供者开始执行相应服务.其中的任务调度工具的作用是根据资源调度策略,如负载均衡策略,对系统内的任务进行动态调度,提高系统的运行效率.

5) 资源管理:计算资源管理工具要解决资源的描述、资源预留、资源组织和管理等关键问题.以及对 PETF 中的网格资源根据其相应的类别进行统一的管理.

6) 安全管理:为了保护 PETF 的计算服务,提供用户验证、密码管理等安全管理服务.

7) 企业培训资源:在网格技术下实现充分共享的各种培训资源.包括计算资源、存储资源、软件资源、信息资源和专家知识资源都属于培训资源.

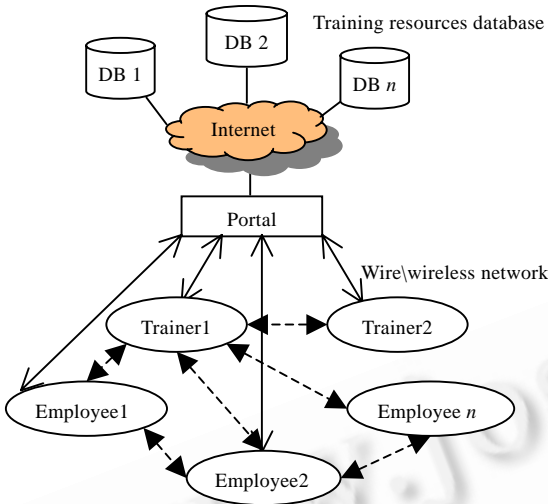


Fig.1 Frame structure of PETF
图 1 PETF 框架结构图

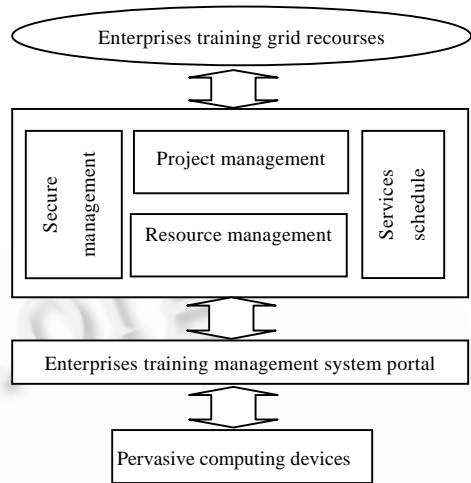


Fig.2 The basic function framework of PETF
图 2 PETF 基本功能图

图 2 中的网格服务包括 4 个部分,其中资源管理、项目管理是核心部分.图 3 是这两个部分的细化图.

资源管理包括安全验证、服务注册、服务注销、资源代理、资源预留等 5 个部分.通过开发工具实现资源描述、服务池、资源模板库及服务接口,与提供共享的培训资源进行通信.其中的 TSLA(task service level agreement)给出了任务的规范以及任务的资源需求;SLA(service level agreement)定义了用户与服务提供者之间的约定;RSLA(resource service level agreement)是关于资源使用的权力协商;BSLA(binding service level agreement)与资源的任务绑定有关.

项目管理包括服务发现、服务访问、项目分解、资源调度任务提交.基于 Qos(服务质量)性能评价、通过服务搜索、负载评价、任务描述、项目分解模型、项目调度模型,实现各模块间的消息相互联系、相互调用,协同完成 PETF 的各项的功能.

网格中间件:主要研究网格环境下大规模、分布的海量数据在网格中的分布式存储管理技术,包括元数据管理、查询方法和数据访问控制技术等;研究网格中数据的定位、复制和移动技术;研究网格中数据的备份、故障恢复技术和实现机制;以及研究网格中事务处理、数据的一致性维护和版本管理等技术.

7 PETF 的功能描述

系统的用户分为培训师和学员两种类型.培训师登录后具有提交资料、提交案例、查询电子课件、制作电子课件、发布电子课件、网上授课、在线答疑、考核评估、报表统计分析等功能;企业员工登录后具有查询培训资料、网上培训、在线培训、在线讨论等功能.利用各种普适计算设备如:手机,掌上电脑,PDA 等,培训师和企业员工可以随时随地地进行在线讨论、在线答疑等交流活动.当培训师在外旅行时,可以通过随身携带的 PDA 来在线回答企业员工提出的问题.而企业员工可以通过手机互相交流讨论学习.当培训师遇到自己不能解决的问题时,可以通过系统向正在使用系统的其他培训师寻求帮助.而企业员工通过系统可以及时地记录、发布自己的学习成果,提出自己的问题.普适计算环境下的企业培训系统将为企业培训服务机构、培训资源管理中心的建设、运营与管理提供了全新的解决方案.PETF 建立了一个专业的、使用企业培训资源的管理门户,使得培训师和企业员工可以在工作或学习的过程中更加方便的应用资源.最终使得企业员工的学习和工作效率

大大提高,也使得各种培训资源的利用率大大提高.

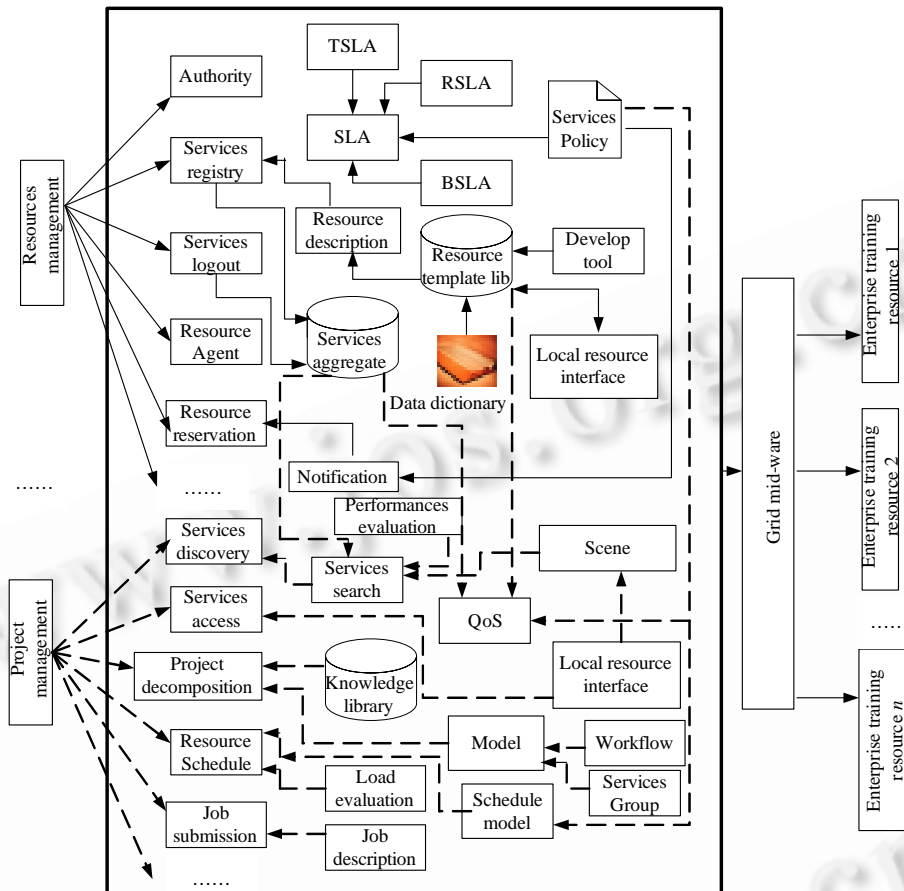


Fig.3 The decomposed figure of resources management and project management

图3 资源管理、项目管理细化图

基于 PETF 的企业培训系统给培训师创造了一个便利的合作性的备课环境和场所,培训师可以自己制作的电子课件上传到课件库里,或者通过系统查询并得到合适的课件资源而不用关心它的来源.系统将会把学习成果传到培训师正在使用的设备里,而把问题传到所有在线的企业员工那里和培训师那里.培训师可以随时随地跟踪评价企业员工的学习培训状况,给企业员工以及时的学习指导,并回答企业员工提出的问题.培训师可以通过系统设置考试时间,当到考试时间时,系统将自动通知所有应该参加考试的企业员工,而企业员工可以在任何合适的地方通过 PDA 来参加考试.

图 4 是 PETF 的门户,门户为 PETF 提供了统一的、安全的用户界面,使不同地点、不同身份的用户能够以一致的整合的界面使用 PETF 及其提供的各种服务.网络的交互主要是通过 Portal 来实现的.Portal 的角色可以分为用户、开发者和网络管理员.对于用户而言,根据使用网络的目的不同,分为服务提供者和服务使用者,在网络服务的 SOA 架构下,服务提供者进行资源提交、资源监控、生命周期管理、资源变更、服务等级协商等.服务使用者进行任务提交、项目分解、资源匹配、资源调度、任务监控等.对于开发者,进行企业培训网格的平台开发设计、应用工具设计、数据传输设计、安全设计等.对于网络管理员,主要进行平台监控、平台维护、服务部署、服务安装及服务配置.



Fig.4 The portal of enterprises training

图4 企业培训系统门户网站

图5是PETF提供的网格服务,在网格服务中,基于WSRF(Web service resource framework,Web 服务资源框架),以Globus Toolkit 4.0为开发工具,建立了基于普适计算的面向企业培训的网格服务.

建立企业培训系统的网格服务的过程是:

- 第1步:定义服务接口,通过WSDL实现;
- 第2步:服务实现,通过Java编程加以实现;
- 第3步:定义部署参数,使用WSDD与JNDI;
- 第4步:编译并产生一个.GAR文件,这通过Ant实现;
- 第5步:部署服务,通过GT4(Globus Toolkit)实现.

Globus Toolkit的使用,可以不对现有网络进行改造,就能够提供网格服务,实现计算、存储、数据、信息、软件、通信、知识、专家等资源的全面整合与共享.在PETF系统中,主要针对培训资料、培训案例、电子课件、资料库、专家知识、软件资源等实现共享.

```

[1]: http://202.193.69.56:8088/wsf/services/AdminService
[2]: http://202.193.69.56:8088/wsf/services/AuthzCalloutTestService
[3]: http://202.193.69.56:8088/wsf/services/ContainerRegistryEntryService
[4]: http://202.193.69.56:8088/wsf/services/ContainerRegistryService
[5]: http://202.193.69.56:8088/wsf/services/CounterService
[6]: http://202.193.69.56:8088/wsf/services/ManagementService
[7]: http://202.193.69.56:8088/wsf/services/NotificationConsumerFactoryService
[8]: http://202.193.69.56:8088/wsf/services/NotificationConsumerService
[9]: http://202.193.69.56:8088/wsf/services/NotificationTestService
[10]: http://202.193.69.56:8088/wsf/services/PersistenceTestSubscriptionManager
[11]: http://202.193.69.56:8088/wsf/services/PetfService

```

Fig.5 The PETF grid services container based on GT4

图5 基于GT4的PETF网格服务容器

8 结束语

综上所述,基于PETF的培训系统与传统的基于教室的企业培训相比优点有:

- 1) 极大地降低培训成本,取得比较好的培训效果;
- 2) 达到共性与个性的统一.PETF为每一位员工提供学习机会,从而实现了真正意义上的全员培训.同时,它又能实现个性化学习,学员可以按所学专业、从业务和职位的不同选择自己所需的课程,并且可以自己设定学习的进度,真正实现“因材施教”,达到共性与个性的统一.
- 3) 网络技术的使用能实现Internet上所有培训资源的全面贯通,其中包括计算资源、存储资源、软件资源、信息资源和知识资源的全面共享.

基于 PETF 的企业培训与网络化培训或是电子培训相比的优点:

1) 基于 PETF 的企业培训,使得员工的培训不再局限于桌面,员工可以通过普适计算设备无障碍地享用计算能力和信息资源,彻底消除了空间与地域的限制,可以在任何时间,任何地点进行培训.例如,出差在火车上、汽车上、轮船上,在没有提供计算机的环境下通过使用手持设备进行异地远程企业培训.

2) PETF 系统作为一种学习工具融入到教学过程中,与网络化培训相比的最大优势是使用简单和方便,企业员工和培训师不需要很专业的技术知识,只要具有一种普适计算设备,通过上网注册,填写一定的信息,就可以使用系统.

本文在基于普适计算与网格技术的基础上提出了 PETF,并讨论了该系统框架的相关基本概念与技术.将普适计算技术应用于企业培训将是一种发展趋势,随着研究的深入将会就该系统框架的安全性做进一步分析.

References:

- [1] Liu XZH. e-Learning: The model of enterprises training based on network education. Electronic Education Research, 2006,6: 66-68 (in Chinese with English abstract).
- [2] Weiser M. The computer for the twenty-first century. Scientific American,1991,265(3):94-104.
- [3] Xu GY, Shi YC, Xie WK. Pervasive computing. Chinese Journal of Computers, 2003,26(9):1042-1044 (in Chinese with English abstract).
- [4] Zhang Q, Wang RC. Study and realization of modern tele-education system model based on grid. Electronic Engineer, 2005,31(8) (in Chinese with English abstract).
- [5] Xie WK, Shi YC, Xu GY. Smart classroom—An intelligent environment for tele-education. High Technology Letters, 2001,11 (Suppl.):64-69 (in Chinese with English abstract).
- [6] Zhou ZQ, Niu L. Grid technology and pervasive computing. Journal of Xinxiang Teachers College, 2004,18(5) (in Chinese with English abstract).

附中文参考文献:

- [1] 刘耀中.e-Learning:基于网络教育的企业培训模式.电化教育研究,2006,6:66-68.
- [2] 徐光佑,史元春,谢伟凯.普适计算.计算机学报,2003,26(9):1042-1044.
- [3] 张勤,王汝传.基于网格的现代远程教育系统模型的研究与实现.电子工程师,2005,31(8).
- [4] 谢伟凯,蒋长浩,史元春,徐光佑.智能教室——一种用于远程教育的交互空间.高技术通讯,2001,11(增刊):64-69.
- [5] 周志强,牛玲.网格技术与普适计算.新乡师范高等专科学校学报,2004,18(5).



谢晓兰(1974 -),女,广西桂林人,博士生,副教授,主要研究领域为机械制造与自动化.



李建涛(1980 -),男,硕士生,主要研究领域为网格计算,制造业信息化.



牛秦洲(1954 -),男,博士,教授,主要研究领域为制造业信息化.



李春泉(1975 -),男,博士生,主要研究领域为表面组装技术.