

普适计算环境下基于移动 Agent 的分布式交互方法

陈 志¹, 王汝传^{1,2}

(1. 南京邮电大学 计算机学院, 南京 210003; 2. 南京大学 计算机软件新技术国家重点实验室, 南京 210093)

(chenz@njupt.edu.cn)

摘 要:为提高普适计算环境下人机交互的透明性和持久性,提出一种基于移动 Agent 的分布式交互方法,用户通过由移动 Agent 实现的交互 Agent 在网络中进行交流。交互 Agent 代表用户作为交互的对等实体,根据需要在网络中迁移并保持交互状态,通过可定制的各种行为和协同运作方式实现不同的交互应用。该方法能够实现交互实体之间透明的、智能的、可移动的交互过程,提供及时的交互服务和灵活的信息共享方式。

关键词:普适计算; 人机交互; 移动 Agent; 对等网络; 信息共享

中图分类号: TP393 **文献标志码:** A

Mobile Agent-based distributed interactive method in ubiquitous computing environment

CHEN Zhi¹, WANG Ru-chuan^{1,2}

(1. College of Computer, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing Jiangsu 210003, China;

2. State Key Laboratory for Novel Software Technology, Nanjing University, Nanjing Jiangsu 210093, China)

Abstract: In order to enhance the transparency and persistency of human-computer interaction in ubiquitous computing environment, this paper presented an Agent-based distributed interactive method, by which the users communicated with each other through interactive Agent realized by mobile Agent. The interactive Agent acting as interactive entities on behalf of the users migrated and maintained the states of interaction as required in the network, and implemented different interactive applications based on the various kinds of customizable behaviors and collaborative operation modes. The proposed method can achieve transparent, smart, mobile interaction process among the interactive entities, and provide timely interaction services and flexible information sharing manner.

Key words: ubiquitous computing; human-computer interaction; mobile Agent; Peer-to-Peer (P2P); information sharing

0 引言

普适计算实现信息空间和物理空间的融合,提供蕴涵式的人机交互,使人们可以随时随地和透明地得到信息访问和计算服务^[1]。在具有显著自组织、泛在和异构等特点的普适计算环境下,蕴涵式的人机交互需要将交互的过程透明化和智能化,使交互双方之间实现智能行为的协调。从实现角度来看,基于客户机/服务器的交互模式依赖于网络通信协议,易导致网络拥塞,而 P2P 模式引导网络计算从集中式向分布式偏移,使人们的交互行为被提到了一个更高的层次^[2],但现有实现缺乏对普适计算环境下交互主体反应性、自治性、移动性的考虑。

本文利用移动 Agent 技术^[3]构建一个位置透明、便于控制的分布式虚拟交互环境,实现分布式透明的交互过程,利用移动 Agent 作为交互的对等实体^[4]而根据需要在网络中随时随地迁移并保持交互状态,为人们普适计算环境下的人机交互提供动态而灵活的交互方式,以解决当前网络交互以及一般的 P2P 实现方法的不足。

1 基于移动 Agent 的分布式交互体系结构

移动 Agent 是一独立的软件实体,具有反应性、自治性、

移动性、导向目标性等特性,可在异构的软硬件网络环境中移动,代表用户完成指定任务^[5]。移动 Agent 计算模式能有效地降低分布式计算中的网络负载,提高通信效率,支持断连操作,支持异步自主交互,可动态适应网络环境。

基于移动 Agent 的分布式交互体系结构包括网络(包括网络节点)、Agent 执行环境、交互 Agent 和网络交互应用,如图 1 所示。

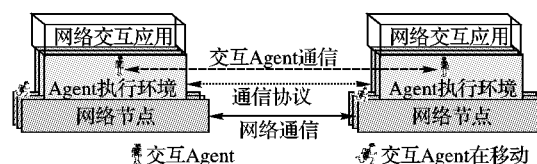


图 1 基于移动 Agent 的分布式交互平台体系结构

Agent 执行环境是支撑交互 Agent 的基础设施,它创建一个位置透明、便于控制、安全可靠的运行环境,为交互 Agent 提供各种功能支持,包括创建、运行、挂起、终止、传送、接收和保护。交互 Agent 作为具有智能性和自主性的软件实体,代表用户个体或用户群体,利用 Agent 执行环境所提供的服务做出适当的反应,根据用户需要随时随处迁移,为用户之间的交互提供全方位和灵活的支持,选择合适的 Agent 模型有助于保持系统的自适应性^[6]。网络交互应用基于不同类型的

交互 Agent 来完成不同的交互方式和内容。分布式交互通过创建不同功能的 Agent 提供全新的网络交互应用。

2 基于移动 Agent 的分布式交互方法

在普适计算环境下,用户通过具有自主性、智能性和移动性的由移动 Agent 实现的交互 Agent 以类似于人类社会的交互行为和关系在开放、动态的网络环境中位置透明、持久地进行交互,交互 Agent 在这个交互过程中代表用户作为交互的对等实体。一方面,交互 Agent 是具有反应性、自治性、移动性的实体,可以代表一个或多个用户;另一方面,一个用户可以同时拥有一个或多个交互的对等身份,表现为一个或多个交互 Agent。在网络和 Agent 执行环境的支持下,具体的基于移动 Agent 的分布式交互方法为:

1) 创建交互基础设施和交互 Agent。

交互基础设施包括目录服务和所有的 Agent 执行环境。用户通过交互 Agent 在交互基础设施的支持下网络交互。

①建立目录服务。

在一台或多台服务器上建立一级或多级的目录服务,用于注册、查询、更改和注销交互 Agent 的标识、地址、状态、权限和其他有助于网络交互的信息。

②创建 Agent 执行环境,组成网络分布式虚拟交互环境。

每一个可被用来进行交互的网络节点都为交互 Agent 建立 Agent 执行环境,用于创建、运行、挂起、终止、传送、接收和保护交互 Agent。Agent 执行环境和目录服务组成一个分布式虚拟交互环境,代表用户的交互 Agent 在这个交互环境中根据用户的需要随时随处迁移。

③创建交互 Agent。

相应于不同的交互应用,用户定制不同功能的交互 Agent,在进行网络交互时,用户端根据不同类型的用户以及所代表的角色创建不同数目或不同功能的交互 Agent。如果用户是个体用户并代表单一的交互角色,那么创建一个交互 Agent;如果用户是个体用户并代表多种交互角色,那么创建多个交互 Agent;如果用户是群体用户并代表单一的交互角色,那么创建一个交互 Agent;如果用户是群体用户并代表多种交互角色,那么创建多个交互 Agent。

2) 分布式交互。

①用户与交互 Agent 交互。

用户根据需要通过交互 Agent 请求与所要交互方建立连接,用户对交互 Agent 有关网络中其他交互方的建立连接请求做出应答,用户将所要发送给交互方的文字、图像或影像信息提交给交互 Agent,交互 Agent 将所收到交互对方的文字、语音、图像或影像及其他交互信息提交给用户,用户根据需要请求交互 Agent 迁移至指定网络交互节点。

②交互 Agent 与 Agent 执行环境、目录服务交互。

交互 Agent 在 Agent 执行环境支持下,通过目录服务定位网络中所要交互用户的交互 Agent,交互 Agent 与交互对方的交互 Agent 通信交换信息,交互 Agent 根据用户的请求迁移到所指的交互节点。

在基于移动 Agent 的分布式交互方法中,不同的交互应用对应于被定制的不同功能的交互 Agent 及其协同运作方式。在虚拟的分布式交互环境中,交互 Agent 具有不同的类型,提供相应的接口(如消息传递接口^[7])给其他 Agent 进行交互,完成不同的交互应用。每一个交互 Agent 在创建时被分配一个唯一的标识,这个标识不依赖于具体的网络和节点环境,交互

双方依赖于这个标识来定位和处理具体的网络交互,交互 Agent 向目录服务注册这个标识以及关于自身的地址、状态、权限和其他有助于网络交互的信息。每一个交互 Agent 从一个节点移动到另一个节点,从上一节点迁移前那一刻的交互状态继续与交互对方进行交互,一个节点可以驻留多个交互 Agent,一个交互 Agent 可以移动到多个网络节点。每一个交互 Agent 具有对非预期状态和事件的应变能力,使交互过程具有健壮性和容错性,当一个交互节点要关闭时,所有的交互 Agent 移动到另一个交互节点中继续与对方进行交互。

3 基于移动 Agent 的分布式交互模式

根据交互对象的不同,在普适计算环境下的人机交互包括个体对个体、个体对群体、群体对群体等三种模式。

在个体对个体交互模式中,两个交互 Agent 驻留在两个网络节点的 Agent 执行环境中进行交互,每一个交互 Agent 代表一个或多个用户。这两个交互 Agent 在交互时保持非移动状态,每一个交互 Agent 对应着一个网络节点(一个特定地点)。交互 Agent 在移动过程中携带信息(包括 Agent 运行状态、交互信息和连接信息)从一个网络节点迁移到另一个网络节点时根据这些信息恢复为迁移前的交互状态。在这个过程中,没有移动的一方除了在移动一方移动过程中可能会感觉到异常外并没有其他交互的问题。交互双方在移动后可以根据自身的智能以及所携带的信息重新建立连接。对于用户来说,交互双方的连接对于实际的交互来说同原有连接的效果一样。

在个体对群体交互模式中,单独一个交互 Agent 代表个体,而群体中的每一个个体分别对应一个交互 Agent,如图 2 所示。在个体对群体的交互过程中,每一交互方的位置对另一方来说都是透明的,个体交互 Agent 需要和每一个群体交互 Agent 交换交互信息。交互 Agent 根据用户的需求随时随处移动。个体交互 Agent 可以代表多个实际交互用户,而每一个群体交互 Agent 也可以代表多个用户。交互 Agent 是网络交互实际的操作实体,而其所代表的身份是由用户确定的。

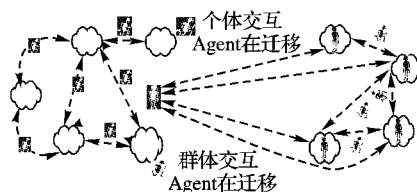


图 2 基于移动 Agent 的个体对群体交互模式

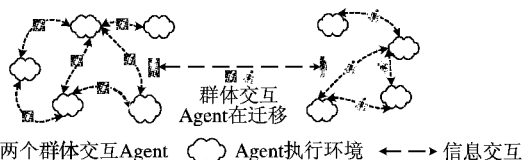


图 3 基于移动 Agent 的群体对群体交互模式

在群体对群体的分布式交互模式,两个交互 Agent 分别代表一个交互群体,如图 3 所示。在网络交互中,交互一方的各个主机可以分布在交互网络的任何位置。在群体和群体的交互过程中,交互 Agent 根据交互的需要在相应的主机移动。网络的交互过程在代表每一方的交互 Agent 之间进行,而这个交互 Agent 具体的位置对于交互的另一方来说是透明的。这种交互模式隐藏了交互的每一群体中单个用户的具体身

份。从交互过程来看,两方的连接一直保持着。

4 性能分析

在普适计算环境下基于移动 Agent 的分布式交互中,用户通过由移动 Agent 实现的交互 Agent 在网络中进行交流,这种方式不同于客户机/服务器实现的交互方式,表1给出了这两种交互方式的性能比较。

表1 移动 Agent 与客户机/服务器方式的比较

比较项	交互方式	
	移动 Agent	客户机/服务器
异构平台的迁移	支持	不支持
交互的透明性	支持	不支持
集中化管理	部分支持	支持
交互的健壮性	强	弱
交互平台的扩展性	强	弱
交互的智能性	强	弱
交互的多样性	强	弱

移动 Agent 交互方式建立在 Agent 执行环境上,不依赖于特定的平台,因而支持异构平台的迁移。当网络交互方所在的主机非常繁忙或者遇到不可用于网络交互的原因时,交互 Agent 可移动到比较空闲的主机或者其他可用于网络交互的主机继续与交互对方进行交互,而不需要断开连接,同时正在交互的对方并不需要了解这一行为,因而实现交互的透明性。

同时,客户机/服务器交互方式能够集中化管理,但交互的健壮性、扩展性和智能性不好。在移动 Agent 交互方式中,用户可以通过交互 Agent 之间的交互实时地与多个对等实体之间进行交互。交互 Agent 之间的交互实现了共享信息的功能,而这些 Agent 的移动性和智能性更增强了信息共享的灵活性。交互 Agent 移动到交互对方所需信息的地方,而不影响与对方实际的交互,而且在这一交互过程中无需庞大的服务器和超量的带宽,因而提高了交互的健壮性。

另外,移动通信技术的发展和手持终端设备软硬件的发展为移动 Agent 交互方式提供了更广阔更强大的执行环境,交互 Agent 在 PC 之间、PC 和手持终端设备之间以及手持终

端设备之间的移动更加提升了随时沟通、及时互动的质量和交互理念,实现了交互的多样性。与客户机/服务器方式相比,移动 Agent 交互方式通过扩充交互 Agent 的智能^[8],能够实现自动化交互,这些代表用户的交互 Agent 能够感知其运行环境,并根据环境的变化做出适当的反应,使交互过程能够健壮持续地进行。

5 结语

本文给出普适计算环境下一种基于移动 Agent 的分布式交互方法,交互 Agent 代表用户作为交互的对等实体封装一个完整交互过程,自主移动到用户需要的网络节点持续在个体之间、群体之间以及个体和群体之间进行交互。这种交互方式实现了移动对等体之间透明的交互,通过定制 Agent 各种行为和协同运作方式提升了普适计算环境下人机交互的多样性和持久性,提高了交互服务的及时性和信息共享的灵活性。

参考文献:

- [1] 徐光祐, 史元春, 谢伟凯. 普适计算[J]. 计算机学报, 2003, 26(9): 1042-1050.
- [2] ANDREW O, ANDY O. Peer-to-peer: Harnessing the power of disruptive technologies[M]. Sebastopol, CA: O'Reilly and Associates, 2001.
- [3] GHOSH H. Personal Agents for impersonal interaction[J]. IEEE Technology and Society Magazine, 2008, 27(1): 4-4.
- [4] 王汝传, 徐小龙, 黄海平. 智能 Agent 技术及其在现代信息网络技术中的应用[M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2006.
- [5] 张云勇, 刘锦德. 移动 Agent 技术[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.
- [6] XIAO L, ROBERTSON D, CROITOROU M, et al. Adaptive Agent model: An Agent interaction and computation model[C]// Proceedings of 31st Annual IEEE International Computer Software and Applications Conference. Washington, DC: IEEE Computer Society, 2007: 153-158.
- [7] CIOBANU G. Collaborative agents interaction using message passing interface[C]// Proceedings of Eighth International Symposium on Symbolic and Numeric Algorithms for Scientific Computing. Washington: IEEE Computer Society, 2006: 244-250.
- [8] MORATIS P, SPANOUDAKIS N. Argumentation-based Agent interaction in an ambient-intelligence context[J]. IEEE Intelligent Systems, 2007, 22(6): 84-93.

(上接第 1835 页)

7 结语

针对一维离散混沌系统在计算机有限精度下存在退化的问题,本文提出了一种新的一维离散混沌系统,该混沌系统继承了一维离散混沌系统结构简单、运算速度快、随机性好等优点,还增大了密钥数量和密钥空间;同时,增大了混沌序列的周期。基于该混沌系统,本文又提出了一种新的图像加密方案,实验分析表明,该方案安全性高,原理简单,加密/解密效率高,易于硬件实现快速加密、解密,有很高的实用价值。

参考文献:

- [1] 王相生, 甘骏人. 一种基于混沌的序列密码生成方法[J]. 计算机工程, 2001, 27(9): 103-104.
- [2] 李树均, 牟轩沁, 纪震, 等. 一类混沌流密码的分析[J]. 电子与信息学报, 2003, 25(4): 473-478.
- [3] 周红, 俞军, 凌雯亭. 混沌前馈型流密码的设计[J]. 电子学报, 1998, 26(1): 98-101.
- [4] 周红, 罗杰, 凌雯亭. 混沌非线性反馈密码序列的理论设计和有限精度实现[J]. 电子学报, 1997, 25(10): 57-60.
- [5] 罗启彬, 张健. 一种新的混沌伪随机序列生成方式[J]. 电子与信息学报, 2006, 28(7): 1262-1265.

- [6] 谢邦勇, 王德石, 蒋兴周. 基于双混沌系统的伪随机比特发生器的研究[J]. 海军工程大学学报, 2007, 19(5): 18-20.
- [7] 张巍, 胡汉平, 李德华. 一种新的混沌序列生成方式[J]. 华中科技大学学报, 2001, 29(11): 64-66.
- [8] 韦鹏程, 张伟, 杨华千. 一种多级混沌图像加密算法研究[J]. 计算机科学, 2005, 32(7): 172-175.
- [9] 王兴元, 刘威, 李瑞娟. 基于 SCS-PRBG 的数字流密码[J]. 计算物理, 2007, 24(4): 494-498.
- [10] 乌旭, 陈尔东, 胡家升. 一种基于混沌的图像加密改进方法[J]. 大连理工大学学报, 2004, 44(5): 754-757.
- [11] 樊春霞, 姜长生. 一种基于混沌映射的图像加密算法[J]. 光学精密工程, 2004, 12(2): 179-184.
- [12] 张永红, 康宝生, 张学锋. 基于混沌序列的迭代混合数字图像隐藏技术[J]. 计算机工程与设计, 2007, 28(4): 879-881.
- [13] 韩凤英, 朱从旭, 胡玉平. 一种基于高维混沌系统的彩色图像加密新算法[J]. 计算机应用, 2007, 27(8): 1888-1894.
- [14] CHEN G R, MAO Y B, CHARLES K. A symmetric image encryption scheme based on 3D chaotic cat maps[J]. Chaos, Solitons and Fractals, 2004, 21(3): 749-761.
- [15] SCHIER B. Applied Cryptography: Protocols, algorithms and source code in C[M]. New York: John Wiley and Sons, 1996.