

基于 Agent 和 XML 的普适计算 上下文集成框架

宋立森¹, 王汝传¹, 叶 宁^{1,2}, 马守明¹, 黄海平¹, 蔡晓磊¹

(1. 南京邮电大学 计算机学院, 江苏 南京 210003;

2. 南京人口管理干部学院 信息科学系, 江苏 南京 210042)

摘 要: 普适计算是一种新的计算模式, 目的是根据用户需要提供随时随地的服务。为实现这种服务, 需要多种设备和软件平台的参与, 而这些设备和平台提供的上下文往往是异构且冗余的, 不利于上下文信息的访问。设计一个集成框架, 以解决以上问题。方法是利用 Agent 采集底层上下文信息, 并将其转换成各种应用程序或中间件能够理解的格式, 屏蔽数据异构。在高层, 采用 Agent 技术, 并使用 XML 作为移动 Agent 通信语言, 实现上下文信息的交流, 完成上下文的高层集成, 解除平台异构, 从而简化应用程序的设计, 更有效地支持普适服务。

关键词: 普适计算; 上下文; Agent; XML

中图分类号: TP31

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2011)02-0073-04

A Context Integration Framework in Pervasive Computing Based on XML and Agent

SONG Li-sen¹, WANG Ru-chuan¹, YE Ning^{1,2}, MA Shou-ming¹,

HUANG Hai-ping¹, CAI Xiao-lei¹

(1. Dept. of Computer Science and Technology, NJUPT, Nanjing 210003, China;

2. Dept. of Information Science, Nanjing College for Population Program Management, Nanjing 210042, China)

Abstract: Pervasive computing is a new computing mode, the aim of which is to provide services anytime, anywhere, based on users' demands. To achieve this service, a variety of devices and software platforms are involved with this, many heterogeneous and redundant context are provided, which affect the efficiency of context processing and accessing. Present an XML and Agent-based context integration framework that can shield the context heterogeneity by using Agents to collect context information and transform them into a unified expression, which can be understood by any middleware and application. Besides, utilizing XML to describe the Agent communication language is beneficial to removing the restriction on the heterogeneous platforms and achieving the context integration. Consequently, this framework has the ability to support pervasive computing services efficiently.

Key words: pervasive computing; context; Agent; XML

0 引 言

普适计算 (Ubiquitous Computing 或 Pervasive Computing) 目标是要建立一个充满计算机和通信能力的环境, 同时使这个环境与人逐渐地融合在一起^[1], 是信息空间和物理空间的融合, 在这个融合的空间中, 人们可以随时随地、透明地获得数字化服务^[2]。为实现这样的服务, 系统需要不断地访问上下文信息。所谓的上下文, 是所有能够描述用户与应用程序之间交互所涉及的实体 (包括人、位置、物体等) 状态的信息, 其中包括用户和应用程序自身^[3]。目前, 上下文主要是通过传感器、手持设备、应用程序和通信网络等途径获取, 而通过这些手段采集到的上下文, 在种类、数据格式和精度等方面存在异构性, 且可能存在大量冗余, 如

收稿日期: 2010-04-11; 修回日期: 2010-10-14

基金项目: 国家自然科学基金 (60973139, 60773041, 61003039); 江苏省自然科学基金项目 (08KJB520006); 江苏省科技支撑计划 (工业) 项目 (2010197); 国家和江苏省博士后基金 (0801019C, 20090451240, 20090451241); 江苏科技创新计划项目 (CX09B_153Z, CX08B-086Z); 江苏省六大高峰人才项目 (2008118); 江苏省计算机信息处理技术重点实验室基金 (2010); 南京邮电大学青蓝计划 (NY206034, NY207084, NY208011)

作者简介: 宋立森 (1985-), 男, 黑龙江牡丹江人, 硕士研究生, 主要研究方向是无线传感器网络和普适计算技术; 王汝传, 教授, 博士生导师, 研究方向为计算机软件、计算机网络、信息安全、Agent 和虚拟现实技术等; 叶 宁, 副教授, 研究方向为无线传感器网络和普适计算技术。

果直接交给上层应用处理,会造成很大的开销。此外,不同领域背景和知识结构的用户对上下文信息的需求不同,也不利于普适服务的实现。解决以上问题的关键是设计一个通用的上下文集成框架,既能屏蔽上下文的异构,又能根据用户提供个性化和智能化的查询服务。基于 XML 的可扩展性和结构化,以及 Agent 的协作、移动和智能等特性,将二者结合设计合理的框架即可以满足以上需求。

1 研究现状以及相关工作

上下文由数据组成,上下文的集成涉及到数据的集成。数据集成是将多个相关联的分布式异构数据源集成到一起,使用户以一种透明的方式访问这些数据源^[4]。目前,解决数据异构的信息集成技术主要有数据仓库、联邦数据库和中间件法等。相比数据仓库和联邦数据库,中间件具有良好的移植性和功能扩展性,且容易实现,适用于数据源数量大、数据源结构多样和经常更新,且不能预知用户查询要求的情况。

普适计算环境下的上下文来源广泛,且动态变化,基于 XML(eXtensible Markup Language,可扩展标记语言)的中间件^[5,6]是上下文集成的最佳选择。但中间件通常是只读的,即不改变底层数据源,而普适计算系统(尤其基于无线传感器网络时)获取的底层信息量庞大且有冗余,因此还应考虑底层数据源的处理。此外,为高效地提取上层服务所需的信息,文中引入移动 Agent^[7,8]技术。借鉴基于 XML 的中间件,结合 Agent 技术,文中着重解决以下三方面问题:

- (1) 不失上下文语义的前提下,怎样减少上下文信息存储量,加快上下文的访问处理;
- (2) 上下文怎样表达;
- (3) 实现上下文信息的决策级集成。

2 基于 XML 和 Agent 的集成框架

文中提出的框架,分两层独立处理上下文信息。第一层,针对数据源,通过 Agent 采集上下文信息,在

其上运用一定策略减少上下文的存储量,并使用 XML 尽可能将上下文统一表达;第二层,针对信息查询,为上层提供查询接口,利用 Agent 的特性,结合 XML,实现上下文的决策级集成。框架如图 1 所示。

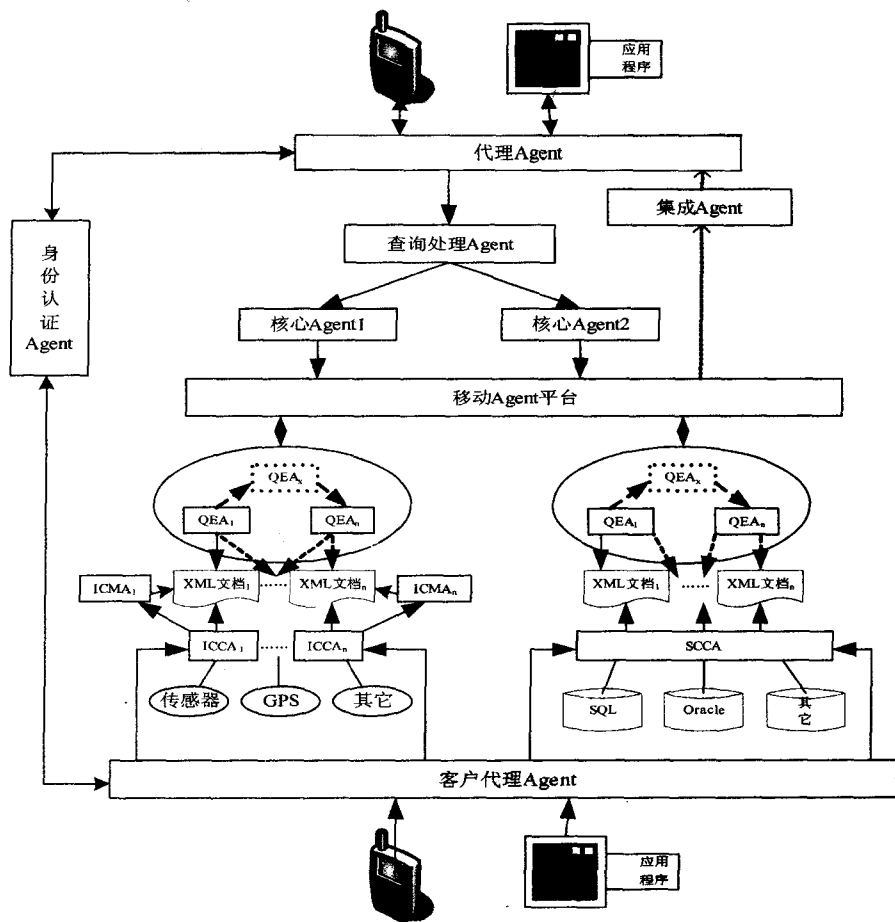


图1 基于XML和Agent的上下文集成框架

2.1 上下文表达和集成形式以及ACL的选择

普适计算中上下文有多种分类标准,文中根据上下文信息的变化频率将上下文分为两大类型:稳定型和即时变化型^[2]。因XML具有可扩展性、结构化和自我描述以及丰富的操作接口等特点,故选取XML作为上下文的表达和集成描述语言,能屏蔽平台相关性,从而增强数据的处理能力。

为完成复杂任务,Agent需要与其它Agent甚至非Agent组件进行通信和交互,因此,ACL(Agent Communication Language, Agent 通信语言)^[9]的选择对系统的性能至关重要。目前采用的ACL,所遵循的原则基本相同,但语义框架不同,使得采用不同通信语言的系统不能互操作。此外,又因其通信原语固定、表达语义受限和扩展性差,导致Agent系统扩展和集成困难。基于XML自身的特点,使用XML描述ACL,即可解决以上问题,并有利于本框架的上下文集成。

2.2 各Agent功能说明

- (1) 代理Agent和客户代理Agent。

代理 Agent 接收来自用户或应用程序的签约和查询请求,并维护一个 FIFO (First In First Out, 先进先出) 请求队列。请求在不能被即时处理时,进入请求队列,等待处理。客户代理 Agent 接收来自用户或应用程序提交的上下采集请求,将通过身份认证的请求转发给各采集 Agent,启动上下文采集转换。

(2) 即时变化型上下文采集 Agent (ICCA, Instantaneous Context Collecting Agent)。

ICCA 在收到客户代理 Agent 的采集请求后,即从多种采集设备上采集实体的即时变化型上下文。即时变化型上下文多为数值类型,在不失上下文的 QoC^[10] (Quality of Context, 上下文质量),即上下文的精度 (precision) 和新鲜度 (freshment) 的前提下,ICCA 可以采用组合 (combination)、聚合 (aggregation) 和泛化 (generalization) 等方法处理之,以减少其存储量,同时保证上下文语义的完整。

组合法是将具有相似语义的上下文简单组合成一个整体。如,将人的体温、脉搏和血氧等组合起来表征人体状态信息,有利于上下文语义的表述。

聚合法主要是分析短期内的历史数据,并对其做变换,最终用一个值代替,以减少上下文存储量,此法一般在上下文变化平缓时使用。

泛化法是将上下文源数据映射为具有一定语义的容易理解的概念,如将经纬度值映射为具体地点名。

(3) 即使变化型上下文管理 Agent (ICMA, Instantaneous Context Managing Agent)。

一个 ICMA 管理一种即时变化型上下文,并将其存入以“实体标识 & 字符串”命名的 XML 文件中,通过“实体标识”区分实体身份,“字符串”区分同一实体的不同上下文。此外,将 XML 文件进行分片,并采用“实体标识#数字”的形式命名,其组织形式如图 2 所示。分片管理的好处是,可以快速定位新鲜度高的上下文(如图 2 中“ID.xml”),方便提供实时服务,且处理时间和空间消耗小。

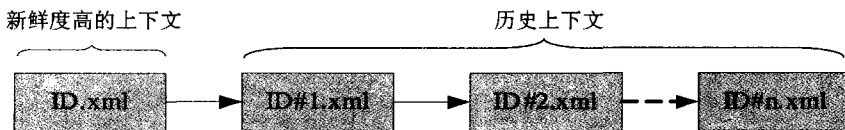


图2 分片后文件组织形式

(4) 稳定型上下文采集 Agent (SCCA, Static Context Collecting Agent)。

稳定型上下文多存放在数据库中,SCCA 在收到采集通知后,读取数据库中的信息,将其转换到以“实体标识”命名的 XML 文件中^[11],即可方便上下文的访问,易于上层应用的实现。

(5) 查询处理 Agent。

查询处理 Agent 维护一个 XML 描述的映射文件,文件中存放上下文名称与其类别的对应关系,即时变化型上下文用“1”标识,稳定型用“2”标识。查询处理 Agent 解析查询请求,将属于“1”和“2”的待查询上下文分别封装在两条请求消息中,转发给两个核心 Agent。

(6) 核心 Agent。

核心 Agent1 和 Agent2 均负责管理 QEA 和一个路线对象。路线对象用于维护一个 XML 描述的目的地地址的列表,存放 QEA 的移动路线,列表在创建 QEA 时作为其共享数据存在。核心 Agent 负责派遣 QEA、更新路线列表和处理查询结果。此外,核心 Agent2 还要负责管理一个 XML 文件,其中存放的是上次查询的实体社会上下文信息,文件仍以“实体标识”作为前缀命名。核心 Agent2 在收到查询请求后,首先识别该文件,实体标识不符或未能得到全部所需社会上下文时,才派遣 QEA,并根据返回的 QEA 更新该 XML 文件;否则,直接提交查询结果。

(7) 查询执行 Agent (QEA)。

QEA 是几种 Agent 中唯一的移动 Agent。一个簇中的 QEA 共享一个 XML 文档和路线列表,其中 XML 文档用于存储查询结果。QEA 将本地能够得到的上下文全部写入 XML 文件,并标记该地址,表明成功查找,然后迁移到路线列表中的下一个地址,查询尚未得到的上下文。在得到全部所需上下文或路线列表中的所有地址均巡行完毕后,QEA 返回核心 Agent。

(8) 集成 Agent。

集成 Agent 提供数据集成空间,负责解析从核心 Agent 发来的消息内容,合并查询结果,并提交给代理 Agent。

3 实验测试

文中设计一个实例,重点分析不同上下文形式对 QEA 处理性能的影响。测试用的上下文来自 UbiCell^[12] 传感器采集的用户体温、脉搏和 GPS 定位数据。为便于对比,将以上信息全部转换为字符串,分别存放在文本文件,SQL Server 数据库和 XML 文件中,并分别通过 Java 的 I/O 接口, JDBC 和 DOM 接口访问(忽略信息存入介质的时间。)测试结果如图 3 所示。图中,横坐标是记录数,纵坐标是处理时间(单位毫秒)。

从图 3 可知,使用 XML 描述上下文时,QEA 访问处理上下文的平均时间相对较长,会造成上层查询信息时,系统响应较慢。但记录数目在 200 条左右时,

XML 与其它两种的处理时间接近,故适当控制 XML 文件大小可以提高其处理性能,这也应证了 ICMA 采用分片的思想。

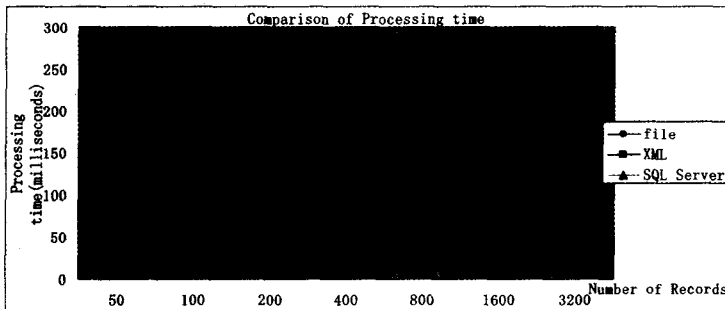


图 3 三种形式上下文的访问时间比较

4 结束语

文中提出的上下文集成框架,将 XML 技术贯穿其中,能够有效屏蔽普适计算中上下文和平台的异构。虽然在处理 XML 文件时性能较差,但结合 Agent 的特性,并采用减少上下文存储量和分片的策略,仍能提高上下文的处理效率,从而有效地支持普适服务。

参考文献:

- [1] Weiser M. The computer for the twenty-first century [J]. Scientific American, 1991, 265(3):94-104.
- [2] 徐光祐,史元春,谢伟凯. 普适计算[J]. 计算机学报,2003, 26(9):1042-1050.
- [3] Dey A K, Salber D, Abowd G D. A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context

- Aware Applications [J]. Human - Computer Interaction, 2001,16(2-4): 97-166.

- [4] Lezerini M. Data integration: A theoretical perspective[C]// Proceedings of the Twenty-First ACM SIGMOD-SI-GACT-SIGART Symposium on Principles of Database Systems. [s. l.]:[s. n.], 2002:233-246.
- [5] 朱光宇,李松年. 一种基于 XML 的数据收集与分发方法[J]. 计算机工程,2002,28(1): 257-259.
- [6] 李军怀,周明全,耿国华. XML 在异构数据集成中的应用研究[J]. 计算机应用, 2002, 22(9):10-12.

- [7] 周竞扬,陈韬略,陈道蓄,等. 一种高效可靠的移动 Agent 间通信机制[J]. 软件学报,2003,13(8):1470-1480.
- [8] 杨颖,张虎,陈湘国,等. 基于 Multiv-Agent 的多数据源 WebGIS 研究[J]. 计算机技术与发展,2006,16(6):121-122.
- [9] Foundation for Intelligent Physical Agents. Agent Communication Language [M]. Geneva, Switzerland:[s. n.], 1997.
- [10] Kamran S, Marten W, van Sinderen. Middleware support for quality of context in pervasive context-aware systems[C]// Proceedings - Fifth Annual IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops. [s. l.]:[s. n.], 2007:461-466.
- [11] 姚全珠,赵朋飞. 发布关系数据为 XML 文档[J]. 计算机工程与应用,2007,43(15):160-162.
- [12] 南京邮电大学无线传感器网络研究中心. UbiCell 产品说明书[EB/OL]. 2008. <http://www.wsns.net.cn>.

(上接第 72 页)

分布式计算技术相结合的产物,有着很强的网络适应能力。基于移动 Agent 技术的分布式并行计算模型有效地解决了传统分布式并行计算方式在稳定性、灵活性、扩展性、移动性等方面存在的问题。

用这种新的分布式并行计算模型成功地解决了一些分布式并行计算问题,但由于实际工作中要求解的计算问题可能各种各样,如何构建一个更加通用的模型,使之更能符合用户层出不穷的要求,是下一步要研究的问题。

参考文献:

- [1] Attiya H, Welch J. 分布式计算[M]. 第 2 版. 骆志刚,等译. 北京:电子工业出版社,2008.
- [2] Geist A, Beguelin A, Dongarra J, et al. PVM - A Users' Guide and Tutorial for Networked Parallel Computing[M]. Boston: MIT Press, 1994.
- [3] 郝水侠,李凡长. 构建一种多 agent 并行计算模型[J]. 计算机技术与发展,2006,16(5):71-73.
- [4] 付崇国,徐胜超. WAPM:适合广域分布式计算的并行编

程模型[J]. 计算机应用, 2009,29(8):2161-2166.

- [5] 谢晓东,王勇,王忠群. 基于网络的并行计算系统模型[J]. 计算机技术与发展,2007,17(8):198-200.
- [6] 王龙,李晓光,钟绍春. 基于 K-近邻法及移动 agent 技术的垃圾邮件检测系统研究[J]. 计算机应用研究, 2009, 26(7):2630-2632.
- [7] 张云勇. 移动 Agent 及其应用[M]. 北京:清华大学出版社,2002.
- [8] Kotz D, Gray R S. Mobile Agents and the Future of the Internet [J]. ACM Operating Systems Review, 1999,33(3):7-13.
- [9] 谢毅,周晓峰. 一个基于移动 Agent 的 LBS 系统[J]. 计算机技术与发展,2006,16(5):177-179.
- [10] 张伟,刘东飞. 基于移动代理的网络管理技术[J]. 计算机技术与发展,2006,16(8):152-154.
- [11] 迟学斌. 高性能并行计算[EB/OL]. 2005-04. <http://www.sccas.cn/gb/learn/download/presentation.pdf>.
- [12] Aglets Software Development Kit (ASDK)[EB/OL]. 2002-03. <http://www.tri.ibm.com/aglets>.