

# 普适计算与普适 GIS

边馥苓<sup>1</sup> 石旭<sup>1</sup>

(1 武汉大学空间信息与数字工程研究中心, 武汉市珞喻路 129 号, 430079)

**摘要:**介绍了普适计算及其研究现状, 讨论了 GIS 发展与普适计算相结合的必要性, 阐述了普适 GIS 的研究内容。

**关键词:**普适计算; 计算模式; 普适 GIS; 智能地理空间; 空间上下文; 空间信息服务发现  
**中图法分类号:** P208

1998 年, IBM 提出了后 PC 时代的概念, 同时指出普适计算(ubiquitous computing 或 pervasive computing)将成为后 PC 时代的主流计算模式<sup>[1]</sup>。普适计算推动了信息空间和物理空间的融合, 改变了人与计算机的交互关系, 由以计算为中心转向以用户为中心, 为当今 GIS 发展面临的某些问题提供了新的解决思路和方法。因此, 研究普适计算在 GIS 领域的应用——普适 GIS, 既是开创性的研究课题, 更具有重要的现实意义。

## 1 普适计算简介

### 1.1 普适计算的思想及内涵

普适计算的思想由 Xerox 公司的 Mark Weiser 于 1988 年首次提出<sup>[2]</sup>, 他认为为用户提供服务的计算技术将从用户意识中彻底消失, 即用户和周围环境(无数大大小小的计算设备)在潜意识上进行交互, 用户不会意识到服务来自何处<sup>[3]</sup>。换言之, 普适计算的终极目标就是改变传统的人与计算机的关系, 由人围着计算机转变成由计算机围着人转; 计算机提供的计算服务具有“无处不在”和“透明”的特性, 用户和计算机间用一种最自然的方式进行交流。

普适计算的内涵主要有以下两点。

1) 消失(disappearing)。最深邃的技术是那些消失了的技术, 这些技术将它们的自身交织于日常生活中, 直至不可区分<sup>[2]</sup>。

2) 不可见(invisible)。一种好的工具是不可

见的工具, 其涵义是这一工具并不进入人的意识, 人只是专注于任务而非工具。普适计算将试图对计算机提出一种新思路, 考虑自然的人类环境, 让计算机自身消失在这种环境中。

从哲学层面上理解, 可以认为普适计算是以人为本的西方人本主义(以人为中心, 让计算机围着人转)和大道无形、大德无疆的东方哲学思想(计算无处不在而透明)的融汇贯通。

### 1.2 普适计算的研究课题和研究现状

普适计算中关键性的研究课题<sup>[4,6]</sup>主要包括开发针对普适计算的软件平台和中间件; 建立新型的人与计算服务的交互通道; 建立面向普适计算模式的新型应用模型; 提供适合普适计算时代需求的新型服务。

在 2000 年前后, 一些主要大学和企业相继出现了各种普适计算的研究项目。如 MIT 的 Oxygen、CMU 的 Aura、Illinois 大学的 Gaia、UC Berkeley 的 Endeavour、欧盟资助的 Disappearing Computer 等<sup>[7]</sup>。

普适计算的商业化、实用化也提上了日程, 例如, 日本在 TRON 嵌入式操作系统、射频识别技术等普适计算领域的应用研究方面取得了一定的进展<sup>[8]</sup>。

目前已经形成了两个普适计算国际会议系列, 即 1999 年开始的 UbiComp 会议和从 2000 年开始的 Pervasive Computing 会议; 此外还发行了两种专门期刊<sup>[4]</sup>。

## 2 普适计算与 GIS

### 2.1 GIS 与普适计算结合研究的必要性

普适计算引起了整个 IT 领域一场深刻的革命, GIS 作为信息技术在地学领域的分支和扩展,

也将不可避免地受到影响, 开展 GIS 与普适计算的结合研究, 有可能成为 GIS 研究的新课题之一。

#### 2.1.1 计算模式对 GIS 实现方式的影响

GIS 实现方式的发展受到计算模式发展的深刻影响, 见图 1。

现有的 GIS 实现技术主要基于桌面计算模

计算设备	主机/终端	微型机	联网计算机			普适计算终端
计算模式	主机/终端 计算	个人计算	桌面计算			普适计算
			网络计算			
			C/S	B/S	网格	
GIS	分时 GIS	个人 GIS	网络 GIS			普适 GIS
			局域网 GIS	Internet GIS	Grid GIS	

图 1 计算模式发展和 GIS 实现方式的发展

Fig. 1 Development of Computing Paradigm and Development of the Realization Approach of GIS

式, 在桌面计算模式下, 计算机占据主导地位。桌面计算模式的特性决定了当前的 GIS 离“人性化”GIS 还有很大的距离。此外, 传统计算模式是两层结构: 针对某种设备, 设计某种系统, 以适合该种特定设备访问和显示。这种模式在实现多种应用服务对多种智能设备的连接时存在很大的困难。

普适 GIS 提供了 GIS 实现方式的新手段, 它有助于解决 GIS 在桌面计算模式框架下难以彻底解决的问题。

分布式计算和普适计算有着显著的区别。分布式计算相对集中式计算而言, 从计算资源间的相互关系出发, 目的是提供异地计算资源的共享、协同和互操作; 普适计算则相对主机计算、桌面计算而言, 从人与计算资源的关系出发, 目的是提供随时随地和透明的服务。分步式计算以网络技术为基础, 是网络计算的一个子集; 普适计算则以分布式计算、移动计算、上下文相关计算、自适应技术等为基础, 它的研究内容要广泛得多。与此相对应, 分布式 GIS 和普适 GIS 间也存在着类似的差别。

#### 2.1.2 普适计算对空间数据存储和管理方式的影响

普适计算环境的计算设备多种多样, 数据存储和处理能力差别很大; 设备间联网带宽差异显著, 网络连通状态不十分稳定; 普适计算还具有迁移性的特点, 即计算任务可以在设备间进行迁移。为适应普适计算环境的上述特点, 普适 GIS 的空间数据的存储模型要具有设备适应性调节的能力, 即在空间数据统一存储的前提下, 针对计算设备能力的不同提供空间数据的不同版本, 对用户则提供统一的数据视图, 屏蔽计算设备的差异。

#### 2.1.3 普适计算对 GIS 交互方式的影响

普适用户界面目前有多通道用户界面(mult-

timodal interface)<sup>[9]</sup> 和自适应界面(adaptive interface)<sup>[10]</sup> 两个主要研究方向。两种新型界面的共同特征是以人为中心, 界面自然、高效。

研究普适用户界面在 GIS 领域的应用, 有助于改进空间信息的表现方式, 提高用户和 GIS 系统的交互效率, 还有利于提高 GIS 系统的开发效率, 降低维护成本。

#### 2.1.4 当代 GIS 技术应用发展趋势

移动计算、无线计算、嵌入式计算等各自反映了普适计算研究的某一个方面, 相应的, 移动 GIS、无线 GIS、嵌入式 GIS 的进一步发展有可能逐步整合到普适 GIS 的统一框架中去。

网格 GIS 的研究也与普适 GIS 密切相关。普适计算要求计算资源的共享和协作, 网络计算通过资源的网格化、协调以及融合, 可以将资源从特定的地理位置的束缚中解放出来, 使得该资源可以通过网格输送到任何角落, 使任何资源在一定的规则约束和管理下都可以实现相互协作。从这些意义上讲, 理想的网格计算/网格 GIS 实际上是普适计算/普适 GIS 的基础和雏形。

## 2.2 普适 GIS 的概念

普适 GIS 是基于普适计算的、以提供无所不在和透明的空间信息服务为核心的 GIS。其内涵在于: 普适 GIS 的技术基础是普适计算; 普适计算的核心目标是提供无所不在的空间信息服务; 无所不在和透明的特性是普适 GIS 区别于其他 GIS 的特征。

## 3 普适 GIS 的研究内容

### 3.1 普适 GIS 的体系结构研究

当前研究的网格 GIS 架构多数是在 OGSA

基础上发展而来,如四重地理空间网格体系结构模型<sup>[11]</sup>。普适 GIS 作为分布式 GIS 的延伸,同网格 GIS 有着天然的联系,在当前技术条件下,其体系架构研究应建立在网格 GIS 的架构基础之上,并针对普适计算的特点进行必要的扩展,用以实现普适设备通过网格 GIS 随时随地访问空间信息资源,此种架构称为 Pervasive Devices/ Grid 结构,简称为 P/G 结构。

### 3.2 普适 GIS 的计算模型研究

对普适计算的计算模型的研究目前一般限于具体的实验性项目,尚无一种得到普遍认可的计算模型。这里讨论图 2 所示的计算模型。

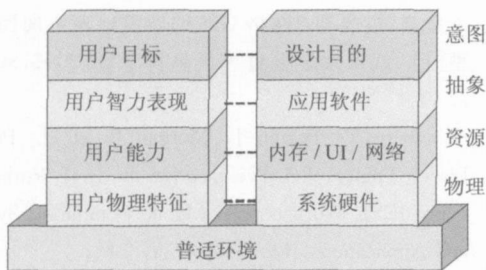


图 2 普适计算模型

Fig. 2 Pervasive Computational Model

该模型自下而上分为环境层、物理层、资源层、抽象层、意图层。它与传统计算模型的显著区别是,该模型将用户与计算资源统一进行考虑,充分体现了普适计算以人为本的理念。考虑 GIS 领域的特定约束后,也可将该模型特化成面向普适 GIS 的计算模型。例如,资源层需要增加用户的地理认知能力,抽象层要增加地理处理逻辑。当前的普适计算研究项目中,以 HP 的 Cool Town 计划<sup>[12]</sup>最接近普适 GIS 的思想。该计划就是通过在所有物理世界中的物体(如地理位置和货架上的商品)上附着的一个编码有 URL 信息的条形码来建立物体与其 Web 上的表示之间的对应,从而建立一个数字化的城市,其计算模型实际上是图 2 的一种简化。

### 3.3 普适 GIS 的空间数据存储与管理模型研究

根据普适计算对空间数据存储与管理方式的影响,在普适环境下,空间数据的存储与管理模型研究应着重考虑以下几方面。

1) 适应性。空间数据具有数据量大、结构复杂的特点,而普适设备千差万别,建立起空间数据的适应性模型,使空间数据适应不同设备的存储能力、计算能力、表现能力,将空间信息按普适设备最为适应的方式展现出来,称为空间数据的适应性研究。

2) 间断性和迁移性。普适计算具有间断性和迁移性的特点,间断性指计算任务有可能临时挂起,网络连接有可能暂时中断;迁移性则指计算任务在设备间的平滑过渡。应研究空间数据存储模型的临时版本控制、操作状态快照、脱机暂存、设备识别及数据迁移策略,以适应普适计算的间断性和迁移性特征。

3) 安全性。在普适计算条件下,对空间数据的访问是全方位的、无处不在的,因而空间数据被非法访问或无意/恶意破坏的风险概率也随之增加。有必要研究用户身份认证以及空间数据的加密和故障恢复策略,保证空间数据只能由授权用户按安全的方式访问。

### 3.4 新型 GIS 人机接口研究

普适 GIS 要求能够以自然的方式提供透明的空间信息服务,而现有 GIS 人机接口技术远远不能达到普适 GIS 的要求,所以有必要研究适应普适 GIS 的新型人机接口。一方面要研究基于语音识别、肢体语言识别等自然语言的多通道人机接口;另一方面还需要从设备适应、群体适应、个体适应三个层次研究支持自适应特性的 GIS 人机接口,使得 GIS 人机接口能根据设备特性、用户文化背景、职业、心理特征、偏好、工作环境等进行调整 and 适应,以最大限度地提高用户的工作效率。

### 3.5 智能地理信息空间研究

智能空间(smart space)<sup>[13]</sup>是一个嵌入了计算、信息设备和多模态传感器的工作空间,其目的是使用户能非常方便地获得计算机的服务,高效地进行单独工作和与他人协同工作。空间信息技术与智能空间的融合称之为智能地理空间,它能全方位地、透明地、随时随地地提供高质量的空间信息,实现了以用户为中心的空间信息服务。为实现智能地理信息空间,还需要有以下关键技术支撑。

1) 空间上下文的获取。上下文信息是指能被支持某项行为的服务所使用的对事物状况的任何描述。提供上下文的主要目标是给支持某一项行为应用的计算机系统提供一些与这个应用相关的信息。上下文信息有多种,对智能地理空间而言最重要的为空间上下文,比如人或物体的绝对位置、相对位置、人的朝向等。

2) 空间服务发现方法。21 世纪的空间信息科学将回答时空信息的 4W (when, where, what object, what change) 问题,并且将 4W 随时随地地提供给每个人,服务到每件事 (anyone, anything, anytime and anywhere, 4A 服务)<sup>[14]</sup>。回答 4A 和提供 4W 可以看作是普适 GIS 的具体目

标。为实现空间信息服务的随时随地获取,必须解决普适 GIS 中的空间服务发现问题,即用户通过在普适设备和空间服务提供者间建立的空间服务发现机制,按收费比最佳的原则,透明地使用这些空间服务。

## 4 结 语

普适计算把计算和信息融入人们的生活空间,从根本上改变了人们对信息技术的思考,也改变了整个生活和工作方式。目前普适计算处于发展的起步阶段,普适 GIS 研究应该同其他领域的 GIS 研究课题结合起来,互相补充,共同推进 GIS 以及空间信息技术的发展。

### 参 考 文 献

- [1] Bacon J. Toward Pervasive Computing [J]. IEEE Pervasive Computing, 2002, 1(2): 84-86
- [2] Weiser M. The Origins of Ubiquitous Computing Research at PARC in the Late 1980s[J]. IBM Systems Journal, 1999, 38(4): 693-696
- [3] Weiser M. The Computer for the 21st Century[J]. Scientific American, 1991, 265(3): 94-104
- [4] 郑增威, 吴朝晖. 普适计算综述[J]. 计算机科学, 2003, 30(4): 18-22
- [5] Goyal S. WMCSA 2004: 10 Years of Mobile and Ubiquitous Computing[J]. IEEE Pervasive Computing, 2005, 4(2): 88-90
- [6] Huebscher M, McCann J. An Adaptive Middleware Framework for Context-aware Applications [J]. Personal and Ubiquitous Computing, 2005, 10(1): 12-20
- [7] Satyanarayanan M. Pervasive Computing: Vision and Challenge[J]. IEEE Personal Communications, 2001, 6(8): 10-17
- [8] 坂村健. 普适计算技术——发展历程[OL]. <http://itrends.pcworld.com.cn/2004download/05.zip>, 2004
- [9] Oviatt S. User-centered Modeling and Evaluation of Multimodal Interface[J]. IEEE, 2003, 91(9): 1457-1468
- [10] Liu Jiming. An Adaptive User Interface Based on Personalized Learning[J]. IEEE Intelligent Systems and Their Applications, 2003, 18(2): 52-57
- [11] 王金鑫, 边馥苓. 网格 GIS 的四重地理空间网格模型[J]. 武汉大学学报·信息科学版, 2005, 30(1): 73-76
- [12] Kindberg T, Barton J, Morgan J, et al. People, Place, Things: Web Presence for the Real World[C]. Third IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, Monterey, CA, 2000
- [13] Lee C. Enabling Smart Spaces with OSGi[J]. IEEE Pervasive Computing, 2003, 2(3): 89-94
- [14] 李德仁. 地球空间信息学的机遇[J]. 武汉大学学报·信息科学版, 2004, 29(9): 753-756

第一作者简介: 边馥苓, 教授, 博士生导师。现从事 GIS 理论及其应用研究。代表成果: 《地理信息系统原理与方法》; 三峡工程测绘管理信息系统; 深圳、南海、重庆、青岛、萧山城市规划、市政建设管理信息系统等 20 多项。

E-mail: flbian@wtusm.edu.cn

## Pervasive Computing and Pervasive GIS

BIAN Fuling<sup>1</sup> SHI Xu<sup>1</sup>

(1 Research Center of Spatial Information and Digital Engineering, Wuhan University, 129 Luoyu Road, Wuhan 430079, China)

**Abstract:** The insufficiency of traditional GIS is discussed, the necessity of integrating the research of GIS with pervasive computing is studied, and main research contents of pervasive GIS are discussed.

**Key words:** pervasive computing; computing paradigm; pervasive GIS; smart geographic space; spatial context; spatial service discovery

**About the first author:** BIAN Fuling, professor, Ph. D supervisor, her major research is the theory and application of GIS. Her major achievements are: "principles and methods of GIS", Surveying and Mapping Management System in Three Gorges Project, etc. She is in charge of more than 20 urban planning, land administration systems in Shenzhen, Nanhai, Chongqing, Qingdao, Xiaoshan, etc.

E-mail: flbian@wtusm.edu.cn