

基于无线传感器网络的普适计算模型研究

余平¹, 王汝传^{1,2}, 孙力娟¹

(1. 南京邮电大学 计算机科学与技术系, 江苏 南京 210003;

2. 南京大学 计算机软件新技术国家重点实验室, 江苏 南京 210093)

摘要:随着信息技术的飞速发展,无线传感器网络正成为传感器领域内一个新兴的研究方向,它是一种全新的信息获取和处理技术。同时,随着无线传感器网络技术的成熟,普适计算也渐渐成为现实。通过普适计算,人们可以随时随地获得所需要的各种信息。这些技术的应用,将给人们的生活带来前所未有的便利。文中以此为研究背景,分别介绍了无线传感器网络的起源、发展和特色,以及普适计算的出现、概念和具体构建。

关键词:无线传感器网络;普适计算;信息

中图分类号:TP301.6

文献标识码:A

文章编号:1005-3751(2006)04-0001-03

Research on Pervasive Computing Model Based on Wireless Sensor Networks

SHE Ping¹, WANG Ru-chuan^{1,2}, SUN Li-juan¹

(1. Dept. of Computer Sci. and Techn., Nanjing Univ. of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China;

2. State Key Lab. for Novel Software Techn., Nanjing Univ., Nanjing 210093, China)

Abstract: With the magic development of information technology, wireless sensor networks are becoming a new research field. It is a novel technology about acquiring and processing information. And with the maturity of the wireless sensor networks, pervasive computing is also becoming a reality, which means that to provide people with any interested information whenever and wherever. With the application of these technologies, it will bring people a lot unprecedented convenience. With these researches and applications background, this thesis separately describes the origin, development and features of wireless sensor networks, the emergence, idea and implementation of the pervasive computing.

Key words: wireless sensor networks; pervasive computing; information

0 引言

随着半导体技术和通信技术的飞速发展,传统的PC机时代和网络时代正在向普适计算时代迈进。自Mark Weiser在1991年首次提出普适计算思想以来,普适计算就作为21世纪的一种新的计算模式,而日益受到人们的关注和重视,国内外研究机构投入大量的人力、物力和财力进行研究,例如,进行普适计算的项目有MIT计算机科学实验室和人工智能实验室的Oxygen计划、CMU的Au-

ra计划、Illinois大学的Gaia项目、IBM Watson研究中心的DreamSpace项目、清华大学的Smart Classroom系统等。主要的研究方向包括支持普适计算的新型网络技术(如无线传感器网络)、软件系统(如支持普适计算的操作系统与网络中间件技术)、上下文感知技术等。其中无线传感器网络^[1]技术作为普适计算思想大系统中的一个典型应用,在军事侦察、工业生产控制、森林火灾监控、医疗监护、农业养殖和太空探索等领域的巨大的应用价值得到了各国政府、军方、跨国公司和科研机构的关注和重视,成为当今世界工业界和学术界的一个研究热点。

1 普适计算相关技术

20世纪90年代初,美国的Weiser博士提出“普适计算”这一新概念,开始了人类向未来计算机时代探索的进程。所谓普适计算^[2]指的是,在普适环境下使人们能够使用任意设备、通过任意网络,在任意时间都可以获得一定质量的网络服务的技术。普适计算被认为是一种能包含各种设备(计算机、汽车、娱乐设备和信息设备等)的计算

收稿日期:2005-08-04

基金项目:国家自然科学基金资助项目(60573141, 70271050);江苏省自然科学基金资助项目(BK2005146);江苏省自然科学基金预研项目(BK2004218);江苏省高技术研究计划(BG2004004, BG2005038);江苏省计算机信息处理技术重点实验室基金(kjs050001);江苏省高校自然科学研究计划(04KJB520095)

作者简介:余平(1982-),男,江苏扬州人,硕士研究生,主要研究方向为计算机网络、无线传感器网络、普适计算等;王汝传,教授、博士生导师,主要研究方向是计算机软件、计算机网络和网络、信息安全、移动代理和虚拟现实技术等。

模式,无论何时何地,只要需要,就可以通过某种设备访问到所需的信息。

普适计算的含义十分广泛,所涉及的技术也包容万象,主要包括移动通信技术、嵌入式计算机系统(软件和硬件)、微电子、传感器和电子标签技术等。移动通信是通过无线电波进行通信的一种通信方式,它将成为未来的通信方式,因此普适计算的发展离不开移动通信技术的发展;同时普适计算以新一代嵌入式芯片的开发以及嵌入式芯片之间的通信等软件技术的突破和不断发展为基础,以微电子技术和成熟为条件,在传感器网络中得以实现和应用。

2 无线传感器网络技术

无线传感器网络是由大量的低成本且具有传感、数据处理和无线通信能力的传感器节点通过自组织方式形成的网络^[3]。它独立于基站或移动路由器等基础通信设施,通过分布式协议自组成网络。

无线传感器网络具有自组织、规模大、高冗余、拓扑易变化、能源有限等特点。无线传感器网络与以往的网络最大的不同之处在于它的整个网络运行是以数据处理为中心,同时兼有传输数据的功能。这个特点体现了无线传感器网络的优越性,它必将在现在乃至未来得到巨大的应用,尤其是在普适计算方面。

图 1 是无线传感器网络的典型的体系结构图^[4]。

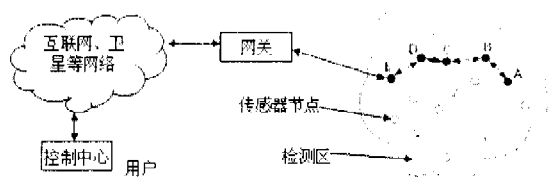


图 1 无线传感器网络体系结构图

其中,传感器节点具有传感、信号处理和无线通信功能,它们既是信息包的发起者,也是信息包转发者。通过网络自组织和多跳路由机制,将经过数据融合的有效数据向网关发送。网关可以使用多种方式与外部网络通信,如 Internet、卫星或移动通信网络等等,在节点数目庞大的应用情况中可以使用多个网关来分布式控制,达到有效地管理各个传感器节点,实现无线传感器网络的多种应用。

在无线传感器网络中,节点^[5]由于受到体积、价格和电源供给因素的限制,通信距离较短,只能与自己通信范围内邻居交换数据。要访问通信范围以外的节点,必须使用多跳路由。为保证网络内大多数节点都可以与网关建立无线链路,节点的分部一般要相当的密集。同时节点的状态因移动或能源耗尽等因素易发生变化,网络的拓扑结构易变化,网络应具备很好地的自组织性。

3 基于无线传感器网络的普适计算模型

无线传感器网络的出现给科技领域又带来了一次机

遇,随着它的发展,许许多多的关于无线传感器网络方面的技术在出现,同时,无线传感器网络也给其他技术的新兴带来了技术支持和实现条件。这当中,和无线传感器网络结合最紧密的就是普适计算这门技术了,普适计算的特点,随时随地地通过任意网络服务获取任意信息,无线传感器网络为它的实现提供了理想的普适平台,在无线传感器网络这个新兴、充满着智能的普适环境中,任意的时间,任意的地点,与外界信息的交流将变得更加方便,而且无线传感器网络利用天然的传输媒介,把普适计算的“透明”这个显著特点表现的淋漓尽致。因此用无线传感器网络来实现普适计算是可行的,而且也是普适计算发展的趋势。

基于无线传感器网络的普适计算模型采用无线传感器网络作为普适计算中的普适环境,以现实中的各种公共数据网络为传输中介,通过各种基于传感器的普适设备来获取服务,实现普适计算。模型主要是由普适环境、普适资源、简单的人机接口和设备的无关性、自适应性几个关键环节组成。

3.1 普适环境的实现

普适计算是在网络技术和移动计算的基础上发展起来的,着重在普适环境中提供面向客户的、统一的、自适应的网络服务^[6]。而普适环境主要包括网络、设备和服务。网络包括 Internet、移动网络、电话网、电视网和各种无线网络等;设备更是多种多样,包括计算机、手机、汽车、家电等能够通过任意网络上网的设备;服务包括计算、管理、控制、通信、资源浏览等。

在现在的科技领域中,各种普适设备技术基本都成熟了,现在主要是解决将各种设备捆绑到人们日常生活中去,让信息空间和物理空间充分融合在一起,实现人们的普适环境。

3.2 普适资源的组织

资源指的是参与智能空间计算环境的主机的软硬件环境、配置以及实体等。这些软硬件环境、配置或实体具有一个重要的特点就是它们直接或者间接,单独或者共同为智能空间的人机交换接口或者软硬件模块提供支持或者服务。

资源组织是收集当前环境中的计算资源的信息,并响应应用模块提出的资源请求,为它们分配并关联合适的资源。资源的分配通常有两种方式:集中式和分布式,集中式的资源组织方便,存储方式简单,组织效率也比较高;分布式的组织方式则可以提高整个系统的灵活性,能避免使用全局的统一策略。可以综合这两种方式的特点,采用综合的资源组织方式,更有效地来管理资源,方便系统的实现。

3.3 普适计算中的人机接口

普适计算要求用户在普适环境中获取相应服务不需要花费很多的注意力,服务的访问方式多种多样,服务的访问过程要求十分自然,从而能充分体现普适计算的“透

明性”这个特点。为了达到上面这些要求,普适计算采用多通道交互框架和上下文感知技术^[7]来实现:

多通道交互允许用户通过各种自然的交互手段,如语音、手写等,与计算机系统交互,从而克服传统交互工具缺失引起的问题。同时,多通道交互能够有效地扩大信息交换的带宽,从而达到提高交互效率的目的;并可发挥人机之间彼此不同的认知潜力,降低用户的认知负荷。

上下文感知技术是指计算系统自动地对上下文、上下文变化以及上下文历史进行感知和应用,根据它调整自身的行为。

上下文的感知过程是一个比较复杂的过程,对于环境和设备上下文,通常采用多级分层式结构模型进行感知,数据源是各种物理的或逻辑的传感器。对于用户上下文则是最困难的,但它是上下文交互的核心部分。用户上下文主要包括操作习惯、使用偏好、交互倾向、个性化需求等,对它们的感知本质上是一种用户学习的过程,学习的主要依据就是以往交互过程在时间上的积累,即上下文历史。对于较简单的应用系统,这种学习可以采用基于规则的算法实现,而对于那些复杂的应用系统,则需要利用人工智能中的相应学习算法。

3.4 设备无关性和自适应性

设备无关性是指不同资源的组织和形式与具体的使用设备没有具体的关系,无论是何种设备,相对于用户来说,其所能得到的资源或服务都是同样的,而不管其在设备组织中的处理过程是怎样的,用户只是关心结果。

在普适环境中所有的变化都是动态的,不可预期的,这就要求普适环境下的设备具有自适应^[8]的环境处理能力,能够根据资源的变化做出相应的响应,提供智能的服务。当资源比较丰富时,为应用提供高质量的服务;当资源缺乏时,则提供降级服务。

目前,设备自适应的内容主要包括:

- (1) 与设备的屏幕的显示方法相适应;
- (2) 与支持用户的网络带宽相适应;
- (3) 与用户的应用系统支持能力相适应。

这些只是基本的一些方面,在不同的普适环境中,设备的适应的内容和方式都会随着具体的情况而变,实现根据用户的偏好、平台和显示区,选择合适的内容。

3.5 基于无线传感器网络的普适计算模型框架

基于无线传感器网络的普适计算模型是采用无线传感器网络技术,利用无线传感器网络作为实现普适计算的普适环境,在无线传感器网络中实现普适环境信息的感知,实现多通道的交互方式等适应功能,同时通过现有的网络基础,比如公共数据网、小型的局域网等传输媒介来实现服务数据的传输,最后在用户的客户端通过普适设备来随时随地获取他所需要的各种服务信息。具体的模型

框架实现如图2所示。

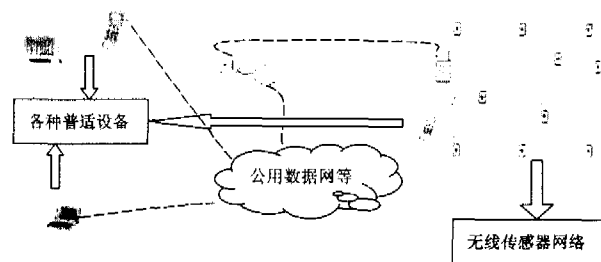


图2 基于无线传感器网络的普适计算模型框架

在这个模型中,无线传感器网络是普适计算实现的关键,它体现了普适计算的间断连接和轻量计算的特点,这也正符合无线传感器网络节能的特点,所以用无线传感器网络来实现普适计算是根本可行的,也是未来普适计算发展的趋势。

4 小结

介绍了基于无线传感器网络的普适计算模型,证明了无线传感器网络实现普适计算的可行性。本模型以无线传感器网络作为实现普适计算环境的一个基本架构,以信息的随时随地的获得为目标,体现了普适计算这个未来计算方式。从中可见,无线传感器网络的一些优点能方便人们更好实现了普适计算中的通信、感知、场景识别等功能,应该说在未来的普适计算的实现中,无线传感器网络这一方面将以它独特的优越性而引起人们的高度重视,尤其是在普适计算方面,它将会是实现普适计算的主要途径,为人类社会的发展,为科技的不断进步,发挥它重要的作用,用无线传感器网络实现普适计算的时代已经不远了。

参考文献:

- [1] 任丰原,黄海宁,林 闯. 无线传感器网络[J]. 软件学报, 2003,14(7):1282-1291.
- [2] 朱珍民,史红周. 网络终端与普适计算的发展趋势[N]. 信息技术快报,2004-04-09(4).
- [3] 孙利民,李建中,陈 渝,等. 无线传感器网络[M]. 北京:清华大学出版社,2005.
- [4] 马祖长,孙怡宁,梅 涛. 无线传感器网络综述[J]. 通信学报,2004,25(4):114-124.
- [5] 孙雨耕,张 静,孙永进,等. 无线自组传感器网络[J]. 传感技术学报,2004(2):331-348.
- [6] 徐光祐. 无所不在的普适计算[N]. 中国计算机报,2003-06-12(41):软件与服务.
- [7] 丘玮宁,薰士海,王 悦,等. 普适计算的人机交互框架研究[J]. 计算机学报,2004,27(12):1657-1664.
- [8] 徐光祐,史元春,谢伟凯. 普适计算[J]. 计算机学报,2003, 26(9):1042-1050.