

基于 uSD 的情境感知系统设计与实现 *

邓志诚^{1,2}, 张锦锋², 王双全², 陈灿峰², 马 建²

(1. 北京邮电大学 电信工程学院, 北京 100876; 2. 诺基亚(中国)投资有限公司 诺基亚研究中心, 北京 100176)

摘要: 基于移动终端、情境感知以及无线传感器网络的结合需求,提出了一种应用于移动终端的情境感知系统,包括若干无线传感器节点、情境感知及处理终端、应用服务及执行装置等。针对移动电子设备一般都不具备接入无线传感器网络所需功能单元的现状,利用 uSD 概念为移动终端设计了一个 ZigBee 通信功能扩展模块,使移动终端能够从无线传感器网络中获取情境信息,并提供相应的情境感知和处理功能。最后,设计了包含位置等信息的情境感知服务演示系统,初步验证了基于 uSD 的情境感知系统在移动终端上应用的新颖性和有效性。

关键词: 情境感知; 无线传感器网络; 移动终端; 系统设计

中图分类号: TN919 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-3695(2010)01-0148-03

doi:10.3969/j.issn.1001-3695.2010.01.044

Design and implementation of context-aware system based on uSD

DENG Zhi-cheng^{1,2}, ZHANG Jin-feng², WANG Shuang-quan², CHEN Can-feng², MA Jian²

(1. School of Telecommunication Engineering, Beijing University of Posts & Telecommunications, Beijing 100876, China; 2. Nokia Research Center, Nokia (China) Investment Co., Ltd., Beijing 100176, China)

Abstract: This paper proposed a context-aware system for mobile applications on the demand for the combination of mobile terminals, context-aware and WSN. The proposed system included wireless sensor nodes, context-awareness and processing unit, application services and relating actuators. Due to the fact that mobile electronic devices seldom had the capabilities to access WSN, developed a ZigBee communication expansion module for mobile terminals based on uSD concept. The uSD ZigBee card enabled mobile terminals to get context from WSN so as to provide context-awareness and processing function for users. Then implemented a demonstration system to verify that the application of uSD based context-aware system in mobile terminals is novel and feasible.

Key words: context-aware; wireless sensor network(WSN); mobile terminal; system design

0 引言

随着手机等移动电子设备普及程度的提高,人们已经不再满足于之前的大众化应用产品,他们开始期望移动终端提供一些更为个性化和更为多样化的实用功能。为了满足人们不断提升的要求,近年来,基于移动设备的应用服务开始向智能方向发展,而相关的“情境感知”研究则成为了所有研究中的焦点之一。情境感知是指利用情境信息为用户提供相关信息或服务的过程^[1,2],情境则是指可以标志实体所处情景的任何信息^[3]。情境感知系统可以通过传感器了解使用者所处的环境,并依照环境状态的改变自动地调整自身的行为模式,以便于人们能够更自然、更随性地与计算机系统进行交互^[4]。

无线传感器网络(WSN)具有低功耗、低成本和自组织等特性,可以包含温度、湿度和噪声等多种类型的传感器,目前已被广泛地应用到了各个领域。将无线传感器网络与手持移动终端结合,使移动终端同物理世界紧密联系起来,这是提供基于情境感知服务的基础。然而,目前大多数移动终端,如手机、PDA 等都不具备接入无线传感器网络所需的功能单元,因此,并不能利用现有的 WSN 信息为使用者提供方便和舒适的操作

体验。

基于情境感知的概念以及移动终端与无线传感器网络的结合需求,本文设计了一种简化的情境感知应用系统;针对移动电子设备一般都不具备接入无线传感器网络所需通信功能单元的现状,文中利用 uSD 概念在移动终端(Nokia N800)上扩展了一个 ZigBee 通信模块。

1 情境感知系统设计

由情境感知的定义可知,一个完整的情境感知系统包含情境提供、情境处理以及应用服务三个部分。据此,设计简化的、应用于移动终端的情境感知系统如图 1 所示。

如图 1 设计的情境感知系统中,传感器节点提供使用者所处的环境信息,移动终端负责情境感知和处理任务,应用服务和执行装置则执行相关的情境处理结果。

1.1 传感器节点

根据传感器位置的不同,基于移动应用的传感器可以分为移动终端的内部传感器和移动终端的外部传感器两种。内部传感器,如加速度传感器、GPS 等内嵌于移动终端中,提供移动终端周围的环境或状态信息;外部传感器或传感器网络通过无

收稿日期: 2009-05-04; 修回日期: 2009-05-31 基金项目: 诺基亚研究中心资助项目

作者简介: 邓志诚(1980-),男,湖南郴州人,博士,主要研究方向为系统集成(ext-zhicheng.deng@nokia.com);张锦锋(1980-),男,博士,主要研究方向为分布式与移动计算;王双全(1978-),男,博士,主要研究方向为数据挖掘、模式识别;陈灿峰(1978-),男,博士,主要研究方向为传感器网络、情境知晓应用;马建,教授,博士,主要研究方向为移动无线传感器网、多媒体传感网、情境感知系统等。

线或有线方式与移动终端相连,提供使用者附近的环境信息。根据传感器类型的不同,移动应用中的传感器又可分为物理传感器和虚拟传感器两种,物理传感器是真正意义上的传感器,它可以把待测物理量转换为便于处理的信号形式;而虚拟传感器则通过从软件应用或系统服务中获取相关的用户信息,包括通信记录、系统存储容量等^[2]。

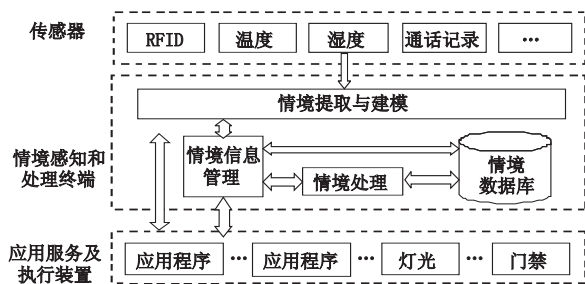


图1 情境感知系统结构图

1.2 情境感知和处理终端

情境感知和处理终端由移动终端及相关的应用程序构成,包括情境提取与建模、情境信息管理、情境处理和情境数据库等单元。情境提取与建模单元从传感器获得信息,并将其转换成对应的情境信息;情境信息管理单元接收来自情境提取与建模单元的情境信息和情境处理单元的控制命令,并根据要求将其转发至其他各个单元;情境处理单元在收集到应用服务所需的情境信息后,根据推理规则判断使用者所处的环境和意图,并输出情境控制命令;情境数据库则用于存储情境、情境之间的联系以及情境使用情况等信息。

1.3 应用服务和执行装置

应用服务和执行装置由运行于移动终端上的应用程序以及与使用者相关的一些外部执行装置(如门禁系统、灯光、空调等)组成,它们通过特定的接口接收情境处理的结果,从而根据情境处理的结果提供给使用者与当前情境相关的应用服务。

2 WSN、ZigBee 和 uSD

WSN 由部署在环境中的大量廉价微型传感器节点组成,是一个通过无线通信方式形成的多跳、自组织网络。它将无线通信技术、MEMS 技术、片上系统技术、低功耗嵌入式技术和网络技术有机地融合为一体,是一种全新的信息获取网络技术,它可实现大范围内指定目标的检测和跟踪,能够实时采集网络内各种检测对象的信息,可提供丰富的环境和状态信息,对于情境感知系统的应用具有很好的价值^[5,6]。

ZigBee^[7]是一种短距离、低功耗、低复杂度、低成本的无线通信技术。它的物理层和介质访问控制层基于 IEEE 802.15.4 协议,用于提供诸如无线链路的建立、维护和结束、信道接入控制、数据分段和重组等功能。ZigBee 具有很强的组网能力,其网络节点可多达 65 000 个。目前,单个 ZigBee 节点的有效覆盖范围为 10~75 m,而且,还可通过使用路由节点,扩展 ZigBee 网络的覆盖范围。除上述优点外,ZigBee 还有短时延、高容量、高安全、免执照频段等众多优点,因此,ZigBee 技术被众多无线传感器网络广为采用。

uSD (universal SD)是笔者前期针对各类型移动终端软硬

件环境的不同,提出的一种跨平台硬件功能扩展方案^[8]。它在物理形式上与普通 SD/MiniSD/MicroSD 卡一致;在功能上,它不仅可以实现普通 SD 卡的存储功能,还能实现诸如蓝牙、GPS、WiFi 等功能的扩展。相较于常规的功能扩展方式,uSD 概念具有以下两个典型的特征:a) 硬件平台无关性。主机通过 SD 存储卡接口,利用文件操作来执行相关的硬件操作。b) 软件平台无关性。uSD 的应用软件均由 Java、Python 等跨平台程序设计语言实现。

针对多数移动终端不具备接入无线传感器网络所需通信模块的现状,结合 uSD 概念,本文设计了一种具有 ZigBee 通信功能的 uSD 功能扩展卡,将此扩展卡插入移动终端的 MiniSD 卡槽中,移动终端就可接入当前所处的无线传感器网络中,并从周围获取所需的情境信息。基于 uSD 的 ZigBee 扩展卡的结构框图如图 2 所示,它由 FPGA (A3P250)、ZigBee 射频收发芯片(AT86RF230)、Nand Flash 芯片(K9F1G08)、MiniSD 接口、天线及匹配网络、电源以及相应的调试接口组成。

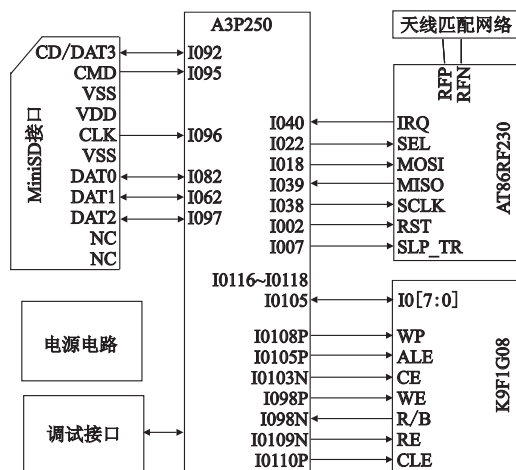


图2 基于uSD概念的ZigBee扩展卡结构框图

2.1 基于 uSD 的 ZigBee 扩展卡硬件设计

1) FPGA 考虑到 MiniSD 卡的厚度要求,本设计中选用了尺寸和厚度都较小的 A3P250 芯片,该芯片是 Actel 公司基于 Flash 技术的 ProASIC3 系列 FPGA 芯片。A3P250 包含了软核(ZtCore)、SD 接口、射频通信接口和 Nand Flash 接口四个主要功能模块。它是 uSD ZigBee 扩展卡的核心部件,是完成各种逻辑控制的基础。它用于实现 ZigBee 协议栈、主机与 ZigBee 射频芯片之间逻辑协调以及主机与 Nand Flash 之间的通信等功能。

2) ZigBee 射频收发模块 采用了 Atmel 公司的 2.4 GHz 收发器 AT86RF230 以及相关的匹配电路和天线,AT86RF230 芯片具有在 IEEE 802.15.4 规范上创建的安全和应用层接口,集成了除天线、晶振和去耦合电容之外的所有标准射频单元。它通过 SPI 总线与 FPGA 进行通信,是 uSD 卡接入无线传感器网络进行数据交换的桥梁。

3) Nand Flash 用来存储用户的个人数据,同时提供一个包括用户个人文件和虚拟文件的文件系统以实现 uSD 卡与主机之间的数据交互。采用的是 Samsung 公司生产的 1G bit Nand Flash 芯片 K9F1G08R0A。

4) 电源、调试等辅助电路 uSD ZigBee 卡所需的电压包括 3.3 V、1.8 V 和 1.5 V 三种。其中,3.3 V 由主机的 MiniSD

插槽提供, 1.8 V 和 1.5 V 分别由 3.3 V 经低压差线性调节芯片 TPS79918 和 TPS79915 实现; 其他辅助电路包括用于 FPGA 程序调试和下载用的 JTAG 口等。uSD ZigBee 功能扩展卡的实物如图 3 所示。

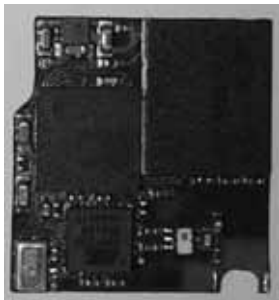


图3 uSD ZigBee扩展卡实物图

2.2 基于 uSD 的 ZigBee 扩展卡软件设计

图 4 是 uSD ZigBee 功能扩展卡的使用流程。虚线框内的功能单元由扩展卡中的 FPGA 实现, 它将 ZigBee 收发器的控制寄存器 and 接收到的传感器数据映射为虚拟文件, 并通过 SD 存储卡接口返回给操作系统; 同时, 它又将操作系统经 SD 存储卡接口对虚拟文件的写操作转换成对 ZigBee 收发器相关寄存器的写操作, 从而使主机只需通过文件系统和通用的 SD 存储卡驱动程序就可实现 uSD 卡的功能控制和信息获取。各应用程序经中间件和情境数据处理单元可将情境控制命令或数据发送至操作系统并最终写入 ZigBee 收发器的相关寄存器, 而操作系统获得的传感器信息经情境数据处理单元和中间件后也可提供给各应用程序使用。

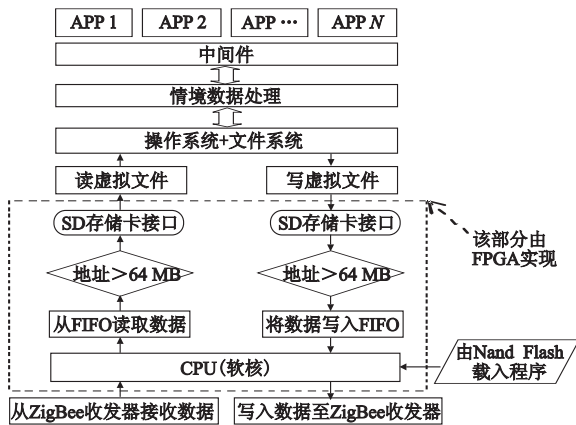


图4 uSD ZigBee扩展卡的使用流程

3 情境感知系统应用

本文设计了一个应用系统——CAUI (context aware user interface) 以演示基于 uSD 的情境感知系统在移动终端上的应用。该应用系统支持三个不同的情境 (地点): 饭店、电影院和会议室。在每个情境中都部署了一个传感器节点, 这些传感器节点定期向外广播与地点信息相关的数据包。当用户进入某个特定的情境时, 随身携带的移动终端就可以通过 uSD ZigBee 卡接收到部署在本地的传感器所发出的数据包。通过对接收到的数据包进行分析, 演示系统便可以判断用户当前所处的情境 (地点), 并将应用程序自动地切换到该情境对应的用户界面, 从而方便用户访问当前情境下的应用服务。该应用系统的概念图如图 5 所示。

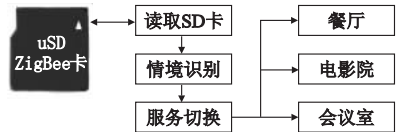


图5 情境感知应用系统概念框图

为了验证上述基于 uSD 的情境感知应用系统, 本文进行了如图 6 所示的测试。实验采用通过 uSD 概念扩展 ZigBee 通信功能的 Nokia N800 (Linux Maemo 平台) 作为情境感知和处理终端, 采用 CrossBow 的无线传感器节点 MPR2400CA 作为情境 (地点) 信息的发布源。实验中, 移动终端在得到不同的位置信息后均能自动切换至对应的用户界面, 实验初步表明了基于 uSD 的情境感知系统在移动终端上应用的新颖性和有效性。



(a) 餐厅对应的用户界面 (b) 电影院对应的用户界面

图6 基于位置信息的情境感知应用系统

4 结束语

情境感知系统可以通过对使用者所处情境的分析为使用者提供自然的、个性化的服务。由大量传感器节点组成的无线传感器网络可以提供覆盖范围内丰富的环境和状态信息, 因此, 将无线传感器网络与移动终端结合起来, 在其上开发情境感知系统必定给移动用户带来新颖、实用的用户体验。针对这种需求, 本文设计了一个简化的情境感知系统, 设计并实现了基于 uSD 的 ZigBee 卡以使移动终端接入无线传感器网络; 最后, 在移动终端 N800 上实现了一个基于 uSD 的情境感知系统。初步实验表明了该系统的有效性和新颖性, 同时也为后续移动终端上的情境感知系统开发积累了一定的软硬件基础。

参考文献:

- [1] DEY A K. Understanding and using context [J]. *Personal and Ubiquitous Computing*, 2001, 5(1): 4-7.
- [2] 王双全. 基于移动电话的上下文提取, nrc20090209 [R]. 北京: 诺基亚研究中心, 2009.
- [3] DEY A K, ABOWD G D, BROWN P J, et al. Towards a better understanding of context and context-awareness, GIT-GVU-99-22 [R]. Atlanta: Georgia Institute of Technology, 1999.
- [4] 叶盈翰. 用于情境感知数位家庭应用之多代理人软体平台及其环境模拟器之开发 [D]. 台南: 国立成功大学, 2006.
- [5] RAGERMA. 无线传感器网络 [EB/OL]. (2008-10-10) [2009-04-26]. <http://baike.baidu.com/view/140209.html?wtp=tt>.
- [6] 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.
- [7] LYEVEREST. ZigBee [EB/OL]. (2009-04-24) [2009-04-26]. <http://baike.baidu.com/view/117166.htm>.
- [8] ZHANG X, WANG X, REN Y, et al. A novel compatible hardware expansion method based on general memory interface [C] // Proc of 2009 WRI International Conference on Communication and Mobile Computing Conference. Washington DC: IEEE Computer Society, 2009: 601-605.