

基于环绕智能的智能家居控制系统研究

何东之¹, 于敬芝², 王书锋², 高 硕¹, 孙炎森²

(1. 北京工业大学软件学院, 北京 100022; 2. 北京工业大学计算机学院, 北京 100022)

摘要: 环绕智能(AmI)的概念体现在技术上是计算系统的高嵌入性、智能性和移动性, 具体表现形式为嵌入式计算智能、网络通信和多通道传感等技术的智能环境。智能家居控制系统作为 AmI 的主要支撑子系统之一, 它主要用于实现用户通过手持设备或联网电脑对冰箱、微波炉、电视机、空调、灯具等家用电器的控制和实时获取被控制家电的必要信息。该文重点讨论了基于 AmI 的智能家居控制系统的实现功能和体系结构以及在设计中解决的关键问题。

关键词: 环绕智能; 智能家居控制; BACnet 协议

Research on Intelligent Housing Systems Based on Ambient Intelligence

HE Dongzhi¹, YU Jingzhi², WANG Shufeng², GAO Shuo¹, SUN Yansen²

(1. School of Software Engineering, Beijing University of Technology, Beijing 100022;

2. College of Computer Science and Technology, Beijing University of Technology, Beijing 100022)

【Abstract】 For seamless delivery of services and applications in Europe, in 1999, IST Program Advisory Group (ISTAG) presents an ambient intelligence (AmI) landscape in its vision statement for framework program 5 challenging. AmI builds on three key technologies: high embeddability, intelligence and mobility. The intelligent housing system, as one subsystem of AmI, services real-time control on home information appliances, such as refrigerator, microwave oven, TV set, by personal digital assistant (PDA) or networking computer. This paper focuses on solving implementing function and architecture of intelligent housing system based on ambient intelligence.

【Key words】 Ambient intelligence(AmI); Intelligent housing; BACnet protocol

1 概述

Internet与网络的迅速普及应用并向家庭领域不断扩展, 使消费电子、计算机、通信(3C)一体化趋势日趋明显^[1,2]。20世纪90年代, 前Xerox PARC首席科学家Mark Weiser首次提出一种新的计算模式——“无处不在的计算(Ubiquitous Computing)”^[3], 强调把计算机嵌入到生活、工作环境或日常工具中去。1999年, IBM正式提出“普适计算(Pervasive Computing)”这一概念, 并认为, 实现普适计算的基本条件是计算设备体积越来越小和网络高度发达。实际上普适计算是网络计算的天然延伸, 它使得嵌入式系统也可以连接到网络中, 从而方便人们及时地获得信息。欧洲信息社会咨询组(Information Society Technologies Advisory Group, ISTAG)对“普适计算”的思想进行了拓展, 提出了“环绕智能(Ambient Intelligence, AmI)”的概念, 并在2001年提出了“环绕智能信息社会”的构想^[4,5]。ISTAG认为一个环绕智能应用系统可分为多个物理空间上独立的子系统, 这些子系统之间具有一定的交互能力, 计算设备将嵌入到人们日常生活当中, 智能地为用户工作和生活中的各项活动提供计算服务, 人利用各种可携带设备可以“透明地”在它们之间移动, 从而实现“消失计算”的目标。AmI体现在技术上是计算系统的高嵌入性、智能性和高移动性, 具体表现形式为嵌入了计算智能、网络通信和多通道传感等技术的智能环境。

基于网络的家居智能化是信息革命的最关键一步, 也是实现 AmI 的重要技术支撑。一个智能家居系统由网络系统、安全报警系统、家居自动控制系统等部分构成, 而这其中居

于中心位置的是家居自动控制系统。家居自动控制系统通常又由两部分组成: 多媒体(电视节目+网络媒体)智能播放服务系统和家电智能控制系统。基于 AmI 的智能家居系统除了有着一般意义上智能家居控制系统所共有的特点外, 还有自己的特性:

(1)更强调个性化服务。个性化服务是从用户的知识结构、需求心理和行为方式差异性出发, 主动向用户提供个性化的信息服务。它改变了信息资源对所有用户千篇一律的内容和组织形式, 把分散、多元的网络信息有系统、有重点地呈现在用户面前。

(2)更注重信息的反馈。信息反馈使用户和被控制对象间的信息交流由单向变成双向, 可以更好地使用户根据反馈信息来安排、调整自己的行为, 尤其是对一些报警信息可及早进行处理。

(3)更注重实现的高度分布综合化。高度的分布综合化是指在家庭中, 所有的家居控制设备可通过一个遥控器或 PDA 来进行控制, 在室外可通过上网设备(如无线上网设备)或手机实现对家居的控制。

(4)要求更高的智能化和容错性。因为基于 AmI 的智能家居是通过网络进行控制, 而控制设备又通常具有高度移动性, 即所谓的“移动计算”, 所以对家居控制的智能化和容错能力提出了更高的要求。

2 系统设计

2.1 系统功能

智能家居控制系统作为 AmI 的主要支撑子系统之一, 它

基金项目: “十五”“211”重点学科建设项目(1100006401401)

作者简介: 何东之(1970-), 男, 博士、讲师, 主研方向: 嵌入式系统和智能控制等; 于敬芝, 硕士生; 王书锋, 博士生; 高 硕、孙炎森, 硕士

收稿日期: 2006-05-21 E-mail: victor@bjut.edu.cn

主要用于实现用户通过手持设备或联网电脑对冰箱、微波炉、电视机、空调、灯具等家用电器的控制和实时获取被控制家电的必要信息。整个智能家居控制系统又可分成几个功能相对独立的模块：AmIBox 模块、AmIAdapter 模块、DDC 控制模块、红外控制模块和灯光控制模块。

AmIBox 模块是整个家居控制系统的“大脑”，居于核心位置。它包含 2 个主要嵌入式数据库——用户 ID 数据库和家电信息数据库。用户 ID 数据库保存了用户的身份以及与身份相对应的个性化需求（这一部分划归 AmI 系统的用户感知和定位系统中，超出本文范畴，这里不再详述）。家电信息保存在家电信息数据库中，如冰箱内的食品种类及存放时间，微波炉的菜谱等。AmIBox 接收用户发出的控制数据包并解析，然后根据解析后的控制指令要求与嵌入式数据库的相关内容一起重新打包发给被控制对象；同时将被控对象的反馈信息返回给用户，见图 1。

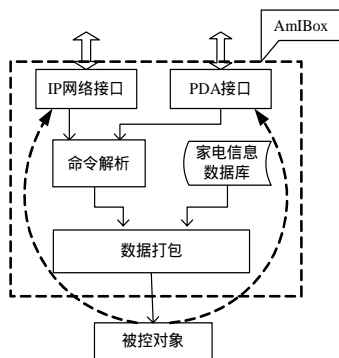


图 1 AmIBox 的功能原理

AmIAdapter 模块是 AmIBox 与 DDC 控制模块及其它被控对象间的桥梁，起着将 AmIBox 发来的数据包解析成被控制对象可以识别的控制命令并传给被控制对象和将被控制对象的反馈信息打包上传给 AmIBox 的作用。以 AmIBox 对 DDC 控制为例来说明 AmIBox、AmIAdapter 和 DDC 控制模块之间的信息交换过程。AmIBox 与 DDC 之间的数据流是双向的：先由 AmIBox 发送控制流给 DDC，再由 DDC 发送反馈数据流给 AmIBox。但是，AmIBox 所发送的控制信息是 DDC 无法识别的，同样，DDC 发送的反馈信息包 AmIBox 也是无法识别的。这样，AmIAdapter 的作用就非常明显了，每次 AmIBox 发送数据包到 AmIAdapter，由 AmIAdapter 对数据包进行解析，提取出 AmIBox 的控制请求，接着将这些控制请求重组成 DDC 可以识别的控制数据包传送给 DDC，达到直接控制被控对象的作用。

相反，当 DDC 需要发送反馈信息给 AmIBox 时，同样也是将反馈数据包发送给 AmIAdapter，由 AmIAdapter 进行相关反馈信息的提取，然后重组成可以被 AmIBox 识别的数据包，发送给 AmIBox。

DDC(Direct Digital Controller)控制模块主要是针对冰箱、微波炉等不带红外控制的家电设备所采用的控制策略。DDC 是基于 BACnet 协议上的智能楼宇控制方式。BACnet 协议可以较容易地实现与 TCP/IP 协议的转换。由于市场上卖的冰箱、微波炉等并不带输入/输出接口，需要将其改造或带有 DDC 的可控接口。

红外控制模块主要用于实现对电视机、DVD 等家庭多媒体器件的控制，将所有的红外控制设备集成在一个遥控器或 PDA 上。

灯光控制部分用来满足用户在不同时间、不同情境下对灯光的不同要求。

2.2 系统结构

整个智能家居控制系统是一个以 AmIBox 为核心，建立在 IPv6 通信协议之上的集散控制系统(图 2)。IPv6 网的主要特点之一是有着丰富的 IP 地址，因此除了 AmIBox 被分配一个 IP 地址外，每个 AmIAdapter 同样被赋予一个 IP 地址，这相当每个家电被赋予一个 IP 地址(除 DDC 模块)。对于 DDC 控制的家电，共用一个 AmIAdapter 的 IP 地址，每一个家电再按 BACnet 协议来控制。PDA 通过无线网络或电脑通过 Internet 发送控制指令包给 AmIBox，AmIBox 再根据指令包的控制对象地址重新打包发给不同的 AmIAdapter，AmIAdapter 解析 IP 包并提出有用的控制指令送给被控家电。

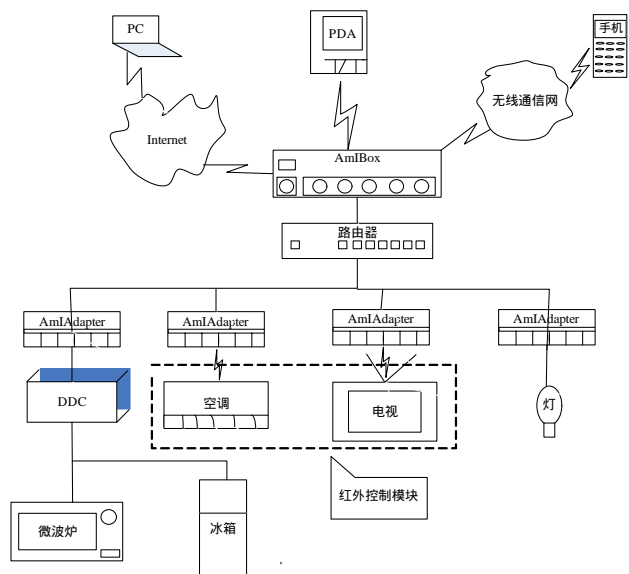


图 2 智能家电控制系统的结构模块

3 关键问题研究

3.1 软/硬件协同设计

AmIBox 与 AmIAdapter 分别采用 Xilinx 公司的 Virtex-4TM 和 SpartanIII 作为主控芯片。Virtex-4TM 是自带 PowerPC 硬核的 FPGA，而 SpartanIII 是带有 Microblaze 软核的 FPGA。由于 AmIBox 一方面要对所有家电进行控制，另一方面要求 AmIBox 能够存取数据库，管理有线网络、无线网络通信等工作，任务管理十分复杂，需要移植嵌入式操作系统以有利于任务管理，通过对各种嵌入式操作系统稳定性、可移植性等各方面的均衡，选用 Linux 操作系统，并在其上安装 MySQL 管理数据库。对家电的直接控制(或与 DDC 通信)，任务相对简单，直接编程来使用软核所带的 RISC 指令就可以满足要求。

这两款 FPGA 都内嵌有 CPU，属于可编程片上系统(System on a Programmable Chip, SoPC)。SoPC 在设计时需将软硬件完成的功能作全盘考虑并均衡，克服传统软/硬件设计过程中的沟通不足的缺点，通过设计过程的反复迭代，最终找到具有较理想的目标系统的软硬件体系结构，然后使用软硬件划分理论进行软硬件划分并设计、仿真、综合和实现。我们使用 Xilinx 公司的 EDK(Embedded Development Kit)开发工具，在高级语言 C 源码基础上实现系统的硬件体系结构设计和软/硬件的功能划分。

(下转第 273 页)