

基于云计算的智能家居系统

吴佳兴¹ 李爱国²

¹(上海大学计算机工程与科学学院 上海 200444)

²(南通四建集团有限公司 江苏 南通 226300)

摘 要 基于云计算的智能家居系统,是以云服务器为核心,提供存储和计算,并综合利用传感器技术、近距通信技术、网络支持技术的智能家居系统。该系统采用 Zigbee 家庭网络来连接家庭设备,并通过互联网与云服务器连接。用户采用 PC 或手持终端来对系统进行监视、配置和操作。提出一种新的智能家居系统模型,该方案使得设备商可以设计最小化功能和成本的家庭网关,同时收集到尽可能多的信息,这是关键所在。对于该系统所形成的数据仓库的后续利用也进行了探讨和展望。

关键词 智能家居 云计算 家庭网络

中图分类号 TP3 **文献标识码** A **DOI**:10.3969/j.issn.1000-386x.2013.07.063

THE SMART HOME SYSTEM BASED ON CLOUD COMPUTING

Wu Jiaying¹ Li Aiguo²

¹(School of Computer Engineering and Science, Shanghai University, Shanghai 200444, China)

²(Nantong Sijian Construction Group Co., Ltd., Nantong 226300, Jiangsu, China)

Abstract Cloud computing-based smart home system is such a smart home system that it takes the cloud servers as the core, provides storage and computation, and comprehensively utilises the sensor technology, near field communication services and networks support technology. The system employs Zigbee home net to connect the home appliances, and accesses to cloud servers through internet. The users monitor, configure and operate the system by PCs or handheld terminals. The key of our article is to present a new smart home model, the solution will allow the vendors to provide a home gateway with minimum function and cost, and to collect as more as possible information at the same time. The subsequent use of the data warehouse formed by the system is also discussed and prospected.

Keywords Smart home Cloud computing Home net

0 引 言

智能家居的概念最早是在上世纪 80 年代提出。上世纪 90 年代,部分高端建筑中就已经有了智能家居的使用。

传统上,智能家居系统由一些工业自动化方面的公司进行研制开发,提供包括家庭控制设备、传感器、通信部件等一整套解决方案。各种方案之间缺乏互操作性,成本高昂,长期以来都未能进行大范围推广。

近年来,智能家居系统继续发展。在美国,从 2010 年底各运营商相继喊出远程智能应用后,智能家庭管理俨然成为下一波宽带应用核心,期望通过整合安全、监控及自动化控制等家庭智能化应用的升值服务,带来新的营收增长动能。2010 年 10 月,Comcast 在 Xfinity 品牌下,针对休斯顿地区推出“Home Security & Automation”服务;2011 年 1 月,Venzon 随后也跟上推出新服务“ConnectedHome service”,也为美国的远程智能应用揭开序幕^[1]。在我国,中国移动等通信运营商也开始越来越多的介入了物联网领域,其中隐约可见智能家居的成分。

从这些趋势可以看出,智能家居的研究方向已经悄然发生了变化,即从基于控制转变为基于网络,将着眼点从集中控制各

种家庭设备上升为将家居系统转变为更大的物联网的一部分,研究如何更方便快捷地获取系统的信息、从多方面对系统进行控制并对系统本身进行更深度的利用。

随着高速宽带网络和智能手机的迅速普及,网络更加深入渗透进了人们的生活。各种家用电器也更加智能化,一改过去 PC 作为家庭唯一的信息终端的局面。这些变化给智能家居的发展提供了新的思路和机遇。家电的智能化意味着能够开发更多的控制功能,Zigbee、RFID、NFC 等近距离通讯网络的发展^[2]意味着我们能够组建更廉价可靠的家庭内部网,而智能手机的普及为人们提供一个可以随时随地接入互联网的智能终端。

智能家居系统的发展可以从智能手机的发展中获得启发:

(1) 大幅度降低硬件成本 得益于半导体产业的发展,更强大的手机芯片和更好的小型显示屏被开发出来,并且成本降低到普通人都可以接受的程度。智能手机的成本从 4000 多元逐渐降低到 1000 多元的水平,受众大大增加。基于云计算的智能家居系统,对家庭网关的硬件要求更低。如果基于通用的 ARM 处理器,或者是采用 CPLD,家庭网关的成本能够降低到数

收稿日期:2012-08-24。吴佳兴,硕士生,主研领域:智能家居。
李爱国,高工。

百元的水平,加上其它的传感器和通讯部件,一个家庭仅需要花费1000元便可以成为“智慧家庭”,很容易为大众所接受。

(2) 软件生态系统的形成 苹果、谷歌、微软分别提出了自己的iOS、安卓和WP手机系统,并为这些系统提供了一定的开放性。这些开放性的系统提供了标准化、易于编程的API,为大量的软件开发商提供了机遇。他们不再需要从底层开始开发,节省了资源,能够更加专注于应用的层面,其开发成果能够迅速获得销售渠道,面向大量用户低价销售,摊薄了每位用户的软件成本。如果智能家居系统同样能设法建立一个生态系统,由系统运营商提供基础设施、标准化的API和服务,硬件厂商来提供家庭设备,软件开发商来提供更人性化的应用。这些开发都基于运营方的服务上,具有互操作性,节省了开发成本,并使开发成果能够面向大量的潜在用户。

(3) 运营商的补贴 智能手机的普及过程中,也获得了网络运营商的大量支持。他们通过补贴终端使得智能手机更具有价格吸引力,而智能手机的普及也使得运营商能够销售更多的通信服务,从基本的语音业务为主拓展到数据业务已经占了很大的比重。智能家居系统的运营方可以获得大量的用户数据,而这些宝贵的数据可以为后续的开发利用提供了基础。后续巨大的潜在收益足以吸引运营方为家庭网关等硬件设备提供补贴以吸引用户。

如何将这些有利的局面和新的趋势引入智能家居的开发之中?本文将尝试提出基于云计算的智能家居系统的概念并进行探讨。

1 系统框架

传统的智能家居系统以家庭网关为核心,所有设备均与家庭网关想连接,向家庭网关提供数据,并接受家庭网关的指令。如图1^[1,3]所示。

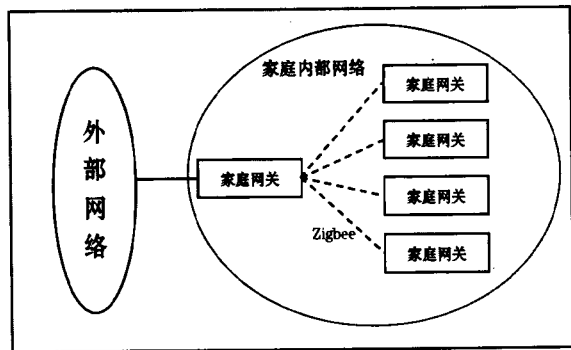


图1 传统的智能家居系统

云计算的技术具有以下特点^[4],本系统将对这些特点加以利用:

(1) 云计算系统提供的是服务 服务的实现机制对用户透明,用户无需了解云计算的具体机制。在本系统中,由系统的运营方来提供“智能家居”的服务,设备商和最终家庭用户都可以视为该系统的用户。系统用户无需了解系统的具体实现,设备商仅需按照系统要求制造硬件设备,硬件设备将数据通过家庭网关向云数据中心输送,并执行由云数据中心下达的指令。而家庭用户则通过各种智能终端获取云数据中心整理好的数据并提交自己的要求或控制策略。智能家居成为一种标准化的服务和基础设施,人们需要的是“接入”该系统,而不是像过去一样需要通过一个包揽所有功能的家庭网关及若干特殊的家用电器

来“建立”一个智能家居系统。在该模型中家庭网关只是连接传感器、家电等硬件终端和云数据中心的中介,而非系统中枢。

(2) 用冗余方式提供可靠性 云计算系统由大量商用计算机组成机群向用户提供数据处理服务,采用数据冗余和分布式存储来保证数据的可靠性。经过多年发展,数据中心的建设维护技术已经非常成熟,像谷歌、亚马逊等服务商所提供的云计算是非常稳定和可靠。该系统可以直接租用这些云计算服务,甚至同时租用几家服务商的服务来互为冗余,使得整个系统的可靠性甚至高于这些大型服务商。

(3) 高可用性 通过集成海量存储和高性能的计算能力,云能提供一定满意度的服务质量。云计算系统可以自动检测失效节点,并将失效节点排除,不影响系统的正常运行。云计算的引入使得智能家居成为一种高可用性的基础服务。系统升级或维护时可以只是暂时停止部分计算节点,而对于用户来说感受到的无间断的系统运行。

(4) 高层次的编程模型 云计算系统提供高级别的编程模型。用户通过简单学习,就可以编写自己的云计算程序,在“云”系统上执行,满足自己的需求。通过由云计算的运营方来提供统一的操作系统和编程环境,家庭硬件的制造商在此基础上进行相应的开发。这将使得硬件制造商在更高的抽象层次上进行编程,无需关心存储和计算的实现细节,更专注于网络传输和用户体验。

(5) 经济性 云计算提供了存储和计算的硬件使用效率,与独立的嵌入式的控制器相比,云服务能够提供更廉价的单位存储和计算成本。过去,针对不同的智能家居系统规模需要设计制造各种配置的家庭网关并进行布线等投资。该模型通过使得设备商能够大批量制造尽可能功能简单、接口统一的家庭网关和通讯模块而大大降低整个系统的成本。这种家庭网关只需要支持Zigbee网络和TCP/IP协议并能缓存少量数据就足够胜任了。

采用云计算的服务器为核心来替代目前以家庭网关为核心。在智能家居中引入云计算,基本构想为由一个尽可能简单低功耗的家庭网关来获取各种传感器数据传送到云服务器,接受来自云服务器的指令对家居系统进行控制。此方案具备以下优势:① 缩减并明确了家庭网关的任务,便于家庭网关的标准化和通用性;② 云服务器可以接受大量家庭系统的实时数据,在更大范围内进行统筹安排;③ 云服务器可以存储大量的既往数据,便于未来在此基础上进行数据挖掘,从而为整个系统的优化和相关领域的发展提供知识支持。该系统的基本设想如图2所示。

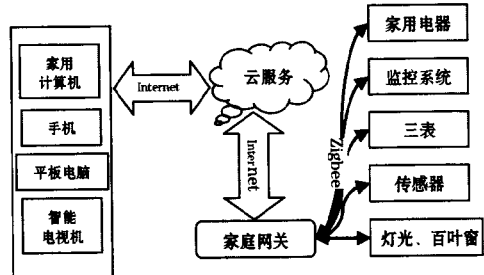


图2 基于云计算的智能家居系统

引入云计算之后,我们对当前智能家居的主要功能拓展为:

(1) 提高生活环境的安全性 智能家居通过远程监控技术,使得人们可以通过网络摄像头实时了解家庭情况,方便照顾家中自理能力较弱的老人和孩子。在发现异常情况时,能及时报警。将瓦斯传感器等接入系统,可以使系统及时采取必要的通风、报警等措施,避免事故的扩大。

家庭网关是连接家庭内部网和外部网的网络连接设备。智能家居网关是家庭资源管理和配置中心,完成家庭组网和节点控制等功能。智能家居的网关通过 Zigbee 组网技术连接家庭网络中各传感器开关节点,通过标准的通信协议对内实现智能家居内部网络的管理和控制,对外作为家庭网络和外部网络的信息的交互接口。利用 Zigbee 的 profile 功能,家庭网关可以在传感器和被控制设备接入家庭网络后调用其基本功能,并从云数据中心自动下载该设备的控制模型以实现更全面的控制。

ZigBee 是一种近年来才兴起的无线网络通信技术标准,成本低,功耗低是其突出优势。其网络容量大,数据交换量小,传输速率要求不高。在通信时,它的连接时间短,可以大大减少通信数据碰撞的概率。在网络安全方面,它对所传输的数据信息进行加密处理,安全性高。因此,它完全满足家庭传感器组网的要求^[6]。

家庭网关可采用基于 CPLD 和单片机组成的模块。CPLD 具有保密性强、体积小、可靠性高等特点^[7],并能提供大量的 I/O,方便在与 Zigbee 通讯的同时,也为采用直接布线的灯光等系统提供控制^[8]。家庭网关配置一块液晶屏,便于显示状态。并提供一些独立按键,以便进行简单设置。家庭网关应配备 Flash 用于储存固件,并像目前的智能手机一样可以通过云数据中心统一进行 OTA 升级。

各种被控制设备则主要由相应厂商进行开发,根据系统的统一要求增加 Zigbee 模块,并向云数据中心提交控制模型。这样,当该设备被最终用户购买并接入家居系统时,家庭网关可以从云数据中心自动下载其控制模型,实现自动配置。

家庭网关的功能:

- (1) 自动组网,通过合理布局实现家庭内部的 ZigBee 无线覆盖;自动从云数据中心下载新加入设备的控制模型;
- (2) 数据采集,缓存和上传到云数据中心;
- (3) 从云数据中心下载用户的指令或配置,发送给家庭网络中的执行器;
- (4) 配置设备间的互锁,实现基本的本地控制,例如在检测到湿度处于雨天时自动关闭窗户,在检测到煤气报警时禁止开启厨房的电气设备,在检测到家庭电力负荷过高时关闭像电热水器之类优先级较低的设备;
- (5) 自动从云数据中心升级固件,以修正程序缺陷;
- (6) 提供基于浏览器的简单调试界面,以便于安装人员或用户进行基本配置。

这里的传感器泛指所有向家庭网关提供数据的设备,例如温湿度传感器、煤气检测装置、监控摄像头、电子围栏等,也包括家电内置的信息获取设备,例如冰箱的 RFID 阅读器或者电热水器里的热水温度计等。这些信息经采集并传送到云数据中心,成为控制系统采取策略的依据。而在家庭网关一侧,这些数据也可以被利用来激活一些互锁机制。

执行器是指所有执行控制策略的设备,包括各种家用电器。随着家电本身智能化的发展,我们将有可能将每一件家庭设备接入到家庭网络中。

2.4 建设案例

本案例为一个面向公众的商业智能家居系统。该系统包括运营方、设备商和家庭用户。

运营方直接租用了亚马逊的弹性云计算服务 (EC2),并将

智能家居系统搭建于其上。运营方的系统设计基于已有的云服务,并不需要购买硬件和租用带宽来搭建自的云数据中心。运营方根据家庭用户所使用的服务(家庭设备多少、数据存储空间等)来向用户收取费用,同时这些服务所使用的 EC2 计算资源便是运营方所需要向亚马逊支付的成本。运营方的业务规模是弹性的,充分利用所购买的云计算服务。

运营方公开该系统的编程接口并提供设备开发指南,设备商可以根据该指南生产家庭网关或者在已有的家用宽带路由器等网络接入设备中内置智能家居系统所需的功能。设备商可以与传感器和家电厂商合作来推出兼容智能家居系统的产品,或者为已有的设备提供接入家庭 Zigbee 网络的模块。

家庭用户向运营方申请帐号并购买或者租用家庭网关后即可获取智能家居服务。在运营方服务人员的协助下,用户将各种设备接入 Zigbee 网络,并通过家庭网关连接运营方的服务。家庭网关获取了接入 Zigbee 网络的设备信息后自动从数据中心下载相应的控制模型,开始获取信息并与数据中心交互。用户通过 PC、手机等智能终端连接到数据中心,就可以对自己的家庭系统进行状态获取、配置和操作。用户可以为自己的家庭系统配置控制策略,例如设置起床时间后,系统根据该时间提前逐渐调亮卧室的百叶窗、升高电热水器的温度、让豆浆机开始工作并让智能电视开始播放昨夜今晨的新闻。用户无论何时何地,均可以通过智能终端接入系统了解家中状态并进行控制。

3 统筹控制与数据仓库的利用

将智能家居与云计算结合起来,不仅是为了满足我们对家庭设备控制的需求,也将带来一些新的应用前景。

统筹控制,在这里是指同时控制多个家居系统。狭义的家庭系统是针对家庭用户,而实际上,像宾馆公寓、学生宿舍、监狱等也可以视为特殊的“家庭用户”,同样可以使用该系统实现统筹控制。例如,宾馆中控室的控制端通过云数据中心可以操作所有客房的网关,根据温度变化自动调整所有房间的空调温度,在负载高峰时自动停止部分水温已经较高的电热水器的加热,在用电谷时为所有使用充电电池的设备进行充电等。

云服务器存储了大量来自家庭网关的数据,包括各种传感器和被控制设备的运行数据,这使得云服务器可以形成一个数据仓库。基于这个数据仓库的挖掘,系统可以优化控制策略,可以为家用设备的开发企业提供开发指导;超市业者可以向系统运营方购买半径 5 公里以内的系统用户冰箱内的(带有 RFID 标签的)食物变化情况,以预测顾客的购买意图,或者定时配送蔬果。家电厂商可以了解不同地区顾客的使用习惯并开发更有针对性的产品。

数据仓库的挖掘和利用,能让我们更多的从智能家居系统中受益。

4 结 语

当前,基于云计算的智能家居系统已经初见端倪,从已经公开的信息中可以发现谷歌等公司的意图。随着云计算和高速网络接入的逐渐普及,该系统模型将越来越显现出其优势。

然而,这毕竟是一个新生事物,我们仍然需要对其原理和实践进行更多摸索,不断改进和完善。

(下转第 314 页)

开始抵达 r 处的时间为 $t_0 = \frac{r}{u} = \frac{\sqrt{x^2+y^2}}{u}$, 概率折减因子 $S(t, r)$ 的形式如下:

$$S(t, r) = \begin{cases} 1 & t \leq t_0 \\ e^{-(t-t_0)} & t > t_0 \end{cases} \quad (13)$$

在此取 $u = 0.5 \text{ m/s}$, 人数仍是 200, 当毒气扩散到整个区域后, 人员依据出口吸引力逃逸, 分别针对下面 2 种情形进行仿真(设定平面坐标为左下方)。

(1) 毒气扩散源设置在 (10, 5) 处, 一个出口, 仿真结果如图 13 所示。

从上面的仿真结果可以看出有危险扩散源时, 疏散时间大大增加, 人员为了躲避毒气绕道移动, 延长了疏散时间, 特别是那些选择绕道移动的人员, 他们安全撤离所耗用的时间变长, 极有可能在规定的时间内无法达到安全地带并发生意外(死亡或者健康受到威胁), 这是符合实际情况的。

(2) 毒气扩散源设置在 (3.5, 3.5) 处, 2 个南北对称出口, 仿真结果如图 14 所示。

由图 14 可知, 毒气源设置的左下方, 导致圆圈内的人员并没有向距其最近的出口移动, 而是选取躲避毒气向较远处的出口移动, 增加了疏散了时间。(本次平均疏散时间为 28.5s, 而中无毒气 2 出口的情况只要 19.5s, 疏散时间相比无毒气情况增加近 50%。)

通过上述仿真试验, 易知危险物质的扩散将大大增加疏散所需时间。

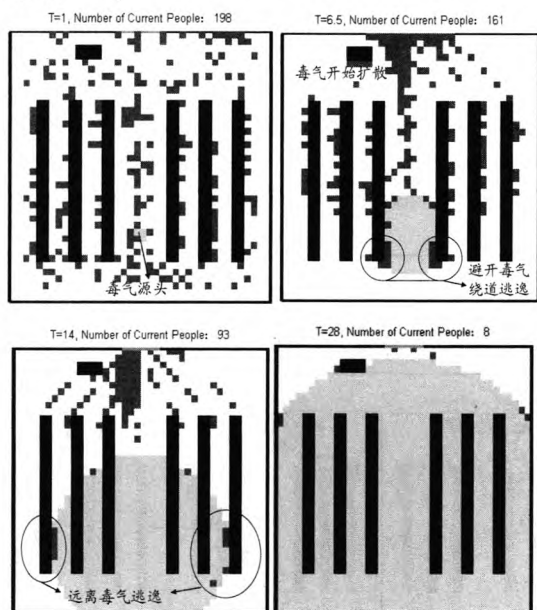


图 13 组图:疏散过程动态画面

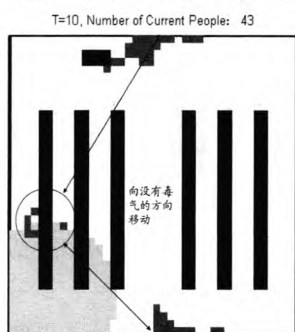


图 14 疏散过程动态截图

3 结 语

本文利用元胞自动机在对复杂的自然与物理现象方面进行模拟的优势, 引入了几个新的因子, 即出口吸引力、方向吸引力、环境熟悉度、元胞重复行走次数、危险物质扩散等, 从而使在紧急情况下人员疏散的模型更加合理与符合实际。但是, 如果在某些大型建筑物的结构中, 人员的疏散相对比较复杂, 还受到其他一些突发事件及相关人员的影响, 因此人员疏散模型还需要作进一步的探讨和完善。

参 考 文 献

- [1] Wolfram S. Cellular Automata as models of complexity [J]. Nature, 1984, 311(4).
- [2] Zhang Ting, Xuan Huiyu, Gao Baojun. Modeling Diffusion of Innovation with Cellular Automata [J]. Digital Object Identifier, 2009, 2: 976-980.
- [3] 朱刚, 马良. 基于元胞自动机的物流系统选址模型[J]. 上海理工大学学报, 2006(1): 19-22.
- [4] 韩筱璞, 周涛, 汪秉宏. 基于元胞自动机的国家演化模型研究[J]. 复杂系统与复杂性科学, 2004(4): 74-77.
- [5] Deng Fang, Chen Jie, Chen Wenjie. Cellular Automata and Their Applications in Combat Modeling & Simulation [C]//Chinese Control Conference, Zhangjiajie, Hunan, 2007.
- [6] 孟俊仙, 周淑秋. 城市交通疏散救援的元胞自动机模型[J]. 计算机工程与设计, 2009(2): 87-92.
- [7] 王付明, 刘贵坤, 宋大鹏. 人员紧急疏散系统动力学仿真模型研究[J]. 信息工程大学学报, 2008, 9(2): 254-256.
- [8] 赵慧, 侯建荣, 施伯乐. 一种基于分形时变维数的非平稳时间序列相似性匹配方法[J]. 计算机学报, 2005.
- [9] 吕春衫, 翁文国, 杨锐. 等. 基于运动模式和元胞自动机的火灾环境下人员疏散模型[J]. 清华大学学报: 自然科学版, 2007, 47(12): 2163-2167.
- [10] 章志钢, 李青. 基于元胞自动机的人员疏散过程研究[J]. 计算机工程与设计, 2009, 30(8): 1991-1993.
- [11] 孟俊仙, 周淑秋, 饶敏. 基于元胞自动机的人员疏散仿真研究[J]. 计算机工程与设计, 2009, 30(1): 241-245.

(上接第 243 页)

参 考 文 献

- [1] 陈化南. 美国智能家庭的管理及应用[J]. 卫星电视与宽带多媒体, 2012(6): 28-29.
- [2] 徐子豪, 张腾飞. 基于语音识别和无线传感网络的智能家居系统设计[J]. 计算机测量与控制, 2012(1): 188-190.
- [3] 张周. ZigBee 技术研究及其在智能家居中的应用[D]. 厦门: 厦门大学, 2007.
- [4] 邓倩妮, 陈全. 云计算及其关键技术[J]. 高性能计算发展与应用, 2009(1): 2-6.
- [5] 韩增银. 基于 Web 技术的智能家居远程监控系统[J]. 微型机与应用, 2012(3): 76-78.
- [6] 赵虹钧. 基于 ZigBee 技术的智能家居系统的设计[D]. 上海: 上海交通大学, 2007.
- [7] 黄国辉. CPLD 架构研究[D]. 成都: 电子科技大学, 2009.
- [8] 杜欢. 基于 CPLD 的数据采集系统设计与研究[D]. 武汉: 武汉科技大学, 2010.

基于云计算的智能家居系统


作者:

吴佳兴, 李爱国, Wu Jiaxing, Li Aiguo

作者单位:

吴佳兴, Wu Jiaxing(上海大学计算机工程与科学学院 上海200444), 李爱国, Li Aiguo(南通四建集团有
限公司 江苏南通226300)

刊名:

计算机应用与软件 

英文刊名:

Computer Applications and Software

年, 卷(期):

2013, 30(7)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_jsjyyyj201307063.aspx