

文章编号:1005-0523(2018)06-0103-08

基于物联网的智能家居感知层组网算法

程园,周洁,潘平安,徐炜新,姜楠

(华东交通大学信息工程学院,江西 南昌 330013)

摘要:近年来,物联网在智能家居领域中得到了广泛的应用,无线传感器网络(wireless sensor networks, WSNs)及 ZigBee 协议是基于物联网的智能家居系统中的关键支撑技术。在实际的应用过程中,现有的智能家居系统中感知层组网算法具有一定的局限性。为了提高智能家居感知层组网的实用性,论文提出了一种基于按键的广播入网算法,从而对底层 ZigBee 协议栈的入网方式进行了有效的改进,该算法在实际应用领域中有着较好的效果;同时,针对智能家居组网过程中协调器数据丢失的现象,论文在 ZigBee 协议的基础之上,提出了一种改进的基于非易失性存储器(NV)的存储算法,实验结果表明论文所提出的算法具有较高的可靠性,能够有效提高通信组网中的可操作性。

关键词:无线传感器网络;智能家居;广播;感知层;非易失性存储器

中图分类号:TP393.03

文献标志码:A

1 物联网及智能家居概述

物联网技术是“数字信息化时代”发展过程中重要的阶段,到现在已经有十几年的发展的历史,在通信行业的应用领域十分的广泛,尤其是在智能家居领域。关于物联网的定义,众说纷纭,美国的 IBM 公司从智慧地球的角度给出物联定义,EPC 则从射频技术角度给出定义,在我国,中科院从传感网的角度给出了物联网的定义。物联网的内容很宽泛其中包括识别技术、红外感应、激光扫描器、气体感应器等,通过这些技术的融合,按照即定的协议把任何物品和物联网联系起来,进行通信,从而以实现智能化识别、定位、跟踪的一种网络^[1],物联网的核心就是将互联网拓展到实际生活中,让用户能够更好的管理网络。

无线传感器网络是物联网的核心技术和热点研究方向,引起了学术界和工业界的广泛关注^[2]。无线传感器网络中的节点分布在一些特定的区域,是众多分布节点的一个集合,这些节点有着相同的特点:体积小,价格实惠、电源供电,能量受限。它们被部署在一些特定的监测环境中,通过节点间的相互协作来实现环境监测和数据采集。然后,传感器将收到的数据通过多跳方式发送给 Sink 节点或者 BS(基站)。近些年来,随着嵌入式、通信、电子半导体和微机电系统的高速发展,现在一个普通的传感器的价格已经降低了很多,生产成本也下降了很多,并且现在的传感器的功能多,品种多,可以被大量的生产。

物联网技术中 ZigBee 技术具有低速率、低功耗、自组织、自恢复、双向通信的特点,在智能家居系统^[3]以及室内定位技术^[4]中得到了重用。ZigBee 能够很好的管理自己的网络层,数据安全传输得到保障,在家庭网络中,网络信号能够保持稳定,通过路由节点能够扩展网络的传输范围,增加网络的深度,保持网络的活跃度。主要适合用于自动控制和远程控制领域,可以嵌入各种设备。

收稿日期:2018-05-23

基金项目:江西省科技支撑计划重点项目(20151BBE50068)

作者简介:程园(1991—),男,硕士研究生,研究方向为物联网。

通讯作者:姜楠(1981—),男,副教授,博士,博士生导师,研究方向为物联网。

现在的智能家居主要以 ZigBee 物联网技术为核心^[4-5],依靠大中小型的住宅平台,为用户提供照明、智能监控、智能开关、智能环境监测等方面的应用,不仅给用户传统家电控制的操作感,又能让它们体会时代进步带来的科技感。在某种程度上为用户打造一个多角度、全方位的家居生活新体验。

论文针对智能家居系统中组网算法的局限性,在感知层原有的组网基础之上对组网算法进行了以下改进:①针对组网通信中的入网方案,克服组网过程中的复杂性和实用性,提出了一种基于按键的广播入网算法,该算法中协调器通过广播的方式来控制节点加入网络的时机,这种类似于“唤醒”的方式^[7]更加符合实际操作性;②通过①的改进方法能够有效的控制节点加入网络,为实际的使用平台提供了易操作性,而针对组网过程中协调器数据丢失的问题并没有得到有效的解决,针对这种情况,提出了一种利用非易失性存储器(NV)来实现数据的存储和恢复的算法,实验结果表明该算法不仅能够有效发挥硬件性能,而且能很好的实现节点数据信息的存储和恢复。

2 相关研究

现有的智能家居系统解决方案中在感知层组网技术的稳定性尚有很大的欠缺性,而且在传统的智能家居系统安装过程中,需要技术维护人员根据实际的住宅户型情况来合理的设计墙面的布线方式,这在一定程度上对墙体的使用寿命产生了影响。而且在安装之前需要技术人员对安装工人进行技术指导和培训,这在某种程度上增加了安装成本。而且现有的感知层组网通信方案只符合一般情况下的设计,远远不能满足实际场景的需要,面对复杂的环境,对组网控制及可操作性提出了较高的要求。

智能家居研究者考虑到了这些因素的影响,纷纷针对通信组网技术进行了升级和改进,其中有效的一种方式是从分析了解 ZigBee 协议栈的入网方式下手。无论是路由节点还是终端节点都会调用 ZDO 层的 ZDO_StartDevice()函数,该函数是设备入网流程的入口函数,底层的 ZigBee 节点从这里开始启动寻找网络的流程,直到它找到父节点,并成功加入 ZigBee 网络中为止,否则会重新开始入网搜索。这种基于按键的非广播入网方式在协调器完成组网功能之后是不允许子设备关联自己的,只有用户按下按键之后,ZigBee 节点才能开始搜索网络并且加入到网络中。这种方式的协调器关联的设备数量少,不适合实际场景中的需要。

智能家居感知层组网中对数据信息的保存一直以来都是一个热门的研究课题。众多的研究者通过分析了解 ZigBee 协议栈的入网流程,知道传感器节点每一次的断电和上电,ZigBee 节点都会重新加入自己的网络。节点在加入到 ZigBee 网络的过程中,需要提取自己的物理地址和网络地址发送给协调器,协调器在收到传感器节点发送过来的报文中,保存终端节点有效信息(物理地址和网络地址),并且在绑定列表中存储起来,作为协调器和终端节点之间的通信协议地址。每一个新加入的节点,协调器都会根据对方的物理地址来判断该节点的信息是否已经在绑定列表中保存过,如果之前就已经保存,则更新改节点的网络地址,反之则插入新的节点信息。当协调器中的绑定列表已经成功保存了终端节点的信息后,协调器就可以通过在绑定列表中查询节点的网络地址,根据网络地址将对应的数据信息发送给指定的节点。这种方式能够在一定程度上提高网络的稳定性。在网络供电正常的情况下,这种方式能够达到用户的需要,但是在停电或者间歇性断电的情况下,协调器便会反复重新开关,由于之前保存的数据信息没有进行保存,协调器通电之后,找不到任何目标节点的有效地理位置,无法与之建立通信链路。这在某种程度上就是致命的问题,严重影响了用户的体验。在智能家居系统设计中,怎样有效的克服这种情况带来的影响成为了研究者关心的科研方向。

在应用层中,通过移动手机客户端或者 PC 端来进行人机交互,在完整的智能家居系统中,用户通过移动客户端来操作控制家居设备,从而实现智能化生活方式的改变。

3 感知层组网算法的实现

3.1 智能家居系统架构

一套完整的智能家居系统主要由 ZigBee 终端节点、智能网关、云服务平台和智能控制端 4 个部分组成。通信底层采用传统的物联网 ZigBee 技术实现网络的组建。利用智能网关实现底层 ZigBee 协议和 Internet 协议的相互转换,云服务平台则由 netty 中间件和网关进行交互,用户最终只需要对云服务平台进行访问即可实现家居设备的控制,整套系统以互联网云平台为中心通过连接底层的物联网设备和应用层的移动网平台,实现智能家居系统的搭建。

本文主要研究了智能家居系统中感知层的组网算法,整套的系统架构分为 ZigBee 通信平台、智能网关转换平台、云服务平台、移动客户端平台等 4 个大方面。其中智能家居系统方案如图 1 所示。

该智能家居系统中终端设备主要有:摄像头、触摸开关、智电动窗帘、智能插座等一些常见的设备。主要用于控制常用的家居设备,满足日常生活的需要。

智能网关主要负责底层 ZigBee 网络和互联网之间的通信。该方案中通过特定的加密协议来建立数据通道,从而实现数据的安全交互。用户可以在智能家居移动客户端来选择硬件情景开关来执行相应的场景,通过情景的方式来执行家居设备改变人们的生活方式,让人们能够智慧的生活。

云服务平台主要为移动用户提供数据和底层 ZigBee 网络进行数据交互。

智能家居移动终端主要为用户提供可视化的操作界面。

传统的智能家居系统需要进行一系列的综合布线,复杂的系统设置与安装调试,大大增加时间和人力成本,想要更新升级也比较困难。基于 ZigBee 的智能家居系统以云服务平台为中心,建立移动终端和底层通信平台的连接中心。通过 ZigBee 网络将家中的电器设备以无线的方式有机组织起来,形成一个完整的系统,从而实现无缝感知和管理。而且云服务平台保存了大量数据信息,方便建立属于自己的大数据平台,为智能家居未来发展指明了方向。

该套智能家居系统中,感知层的组网技术是基于原有的 Z-Stack 协议^[8]改进的,通过对原有协议栈的研究和分析,找到组网技术的切入点,从而设计出高效的稳定的组网算法。表 1 展示了 Z-Stack 协议栈的功能分析表。

3.2 基于按键的广播算法实现

以上已经阐明了现在的智能家居系统中感知层组网技术所存在的局限性,针对这一问题本文在原有的按键控制入网算法的基础之上加入了广播唤醒的机制,通过这种方式来更好的控制节点的加入和对网络的有效控制。该算法可以扩大网络的深度,提高网络的整体性能。

该广播算法的认证机制区别于无线 Ad hoc 网络中广播机制^[9-10]:在传统的按键机制中加入了广播的方法。通过协调器广播的方式,将数据发送给网络中的路由节点,从而唤醒它们,允许路由节点关联更多的设备。简而言之,网络之外的子节点可以通过路由节点加入到同一个 ZigBee 网络中。该算法设计开始的时候

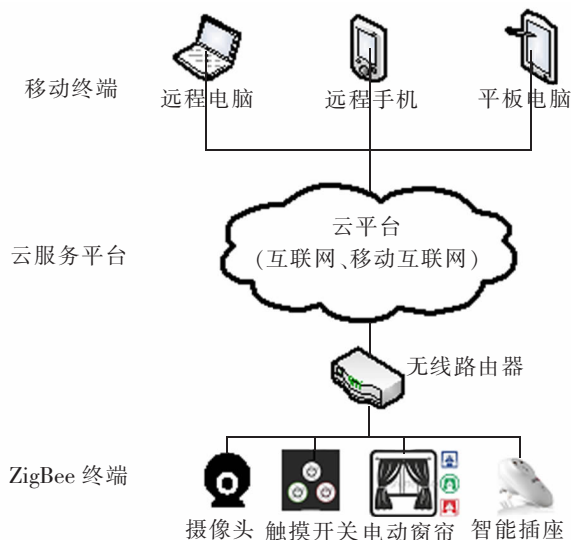


图 1 基于 ZigBee 的智能家居系统结构
Fig.1 ZigBee-based smart home system architecture

表 1 Z-Stack 协议栈层功能分析表
Tab.1 Z-Stack protocol stack function analysis

目录	名称	功能简介
PHY	物理层	定义了物理无线信道和 MAC 子层之间的接口, 提供物理层数据服务和物理层管理服务。
MAC	介质接入子层	负责处理所有的物理无线信道访问, 并产生网络信号、同步信号; 提供两个对等 MAC 实体之间可靠的链路。
NWK	网络层	拓扑管理、MAC 管理、路由管理和安全管理。主要功能是路由管理。
	应用支持层(APS)	维持绑定表、在绑定的设备之间传送 传送消息。
APL	Zigbee 设备对象(ZDO)	定义设备在网络总共的角色, 发起和响应绑定请求, 在网络设备之间建立安全机制。
APP	应用层	运行在 Zigbee 协议栈上的应用程序即用户自定义的应用对象。

禁止协调器和底层通信节点之间的关联, 即不允许路由节点关联任何设备也不允许自己关联任何节点, 这样既可以控制其他网络的节点通过路由节点加入到 ZigBee 网络, 也可以通过控制协调器来决定网络的搭建时间。通过查询 ZigBee 协议栈中的 API 可知, 协调器一旦建立网络成功之后, 再开启允许其他子节点加入自己的网络中, 此时调用 ZDP_MgmtPermitJoinReq(zAddrType_t *dstAddr, byte duration, byte TcSignificance, byte SecurityEnable) 函数, 参数 dstAddr 表示协调器发送消息对象的地址, 这里采用的地址模式是广播的方式, 对象是 ZigBee 网络中所有的路由节点, duration 参数表示广播的时间周期, 0xFF 代表协调器或者路由节点一直允许子节点关联, 0x01-0xFE 代表允许关联的时间秒数, 0x00 代表一直不允许子节点关联, TcSignificanceTcSignificance 参数如果设为 0x01 且远端设备为真实中心设备的话, 命令将影响中心设备的授权机制, SecurityEnable 参数表示是否开启安全机制, 本文这里设置为 1 也就是开启有效的安全的传输模式。

网络中的路由节点需要加入编译选项 MT_ZDO_MGMT、MT_ZDO_FUNC 让它收到协调器广播发送过来的消息的时候, 能够自动打开与其他子节点关联的功能。一旦所有的终端节点和路由节点都加入了这个 ZigBee 网络, 那么整个的智能家居 ZigBee 网络就已经形成, 由于路由节点的存在, 整个网络的稳定性和活跃性得到了大大的提高, 用户更加能够体验到 ZigBee 网络双向传输的实时性。到此用户就可以在移动客户端控制家庭里的设备了, 也不用担心受到别的 ZigBee 网络的干扰, 算法流程图如图 2 所示。

算法步骤:

- 1) 协调器通电, 启动并建立网络, 默认情况下不允许任何子节点加入 ZigBee 网络。
- 2) 同时给终端节点和路由节点上电, 默认情况下路由节点是允许关联任何子节点的。
- 3) 长按按键协调器开启广播模式, 允许路由节点关联更多的设备。
- 4) 路由节点收到协调器的广播消息之后开启允许终端节点设备通过自己加入到 ZigBee 网络功能。
- 5) 协调器每 1 分钟轮询一次, 唤醒路由节点的关联功能, 一旦轮询时间到了, 整个 ZigBee 网络就已经形成, 如果用户还需要加入更多的设备到网络中, 则只需要长按按键, 重复上述步骤即可。

广播核心算法

```
void Broadcast_SendTheMessage(void)
{
    int timerRtyNum = 0;
    int TIMER_RTY_MAX_NUM
    zAddrType_t dstAddr;
    dstAddr.addrMode = AddrBroadcast;
```



```

dstAddr.addr.shortAddr = NWK_BROADCAST_SHORTADDR_DEVZCZR;
ZDP_MgmtPermitJoinReq(&dstAddr, 120, 1, 1);
NLME_PermitJoiningRequest(60);
timerRtyNum++;
osal_start_timerEx( GenericApp_TaskID,
    GENERICAPP_JOINING_EVENT,
    GENERICAPP_SEND_MSG_TIMEOUT );
if(timerRtyNum == TIMER_RTY_MAX_NUM ){
osal_stop_timerEx(GenericApp_TaskID,
    GENERICAPP_JOINING_EVENT);
zAddrType_t dstAddr;
dstAddr.addrMode = AddrBroadcast;
dstAddr.addr.shortAddr = NWK_BROADCAST_SHORTADDR_DEVZCZR;
ZDP_MgmtPermitJoinReq(&dstAddr, 0, 1, 1);
NLME_PermitJoiningRequest(0);
}
}
    
```

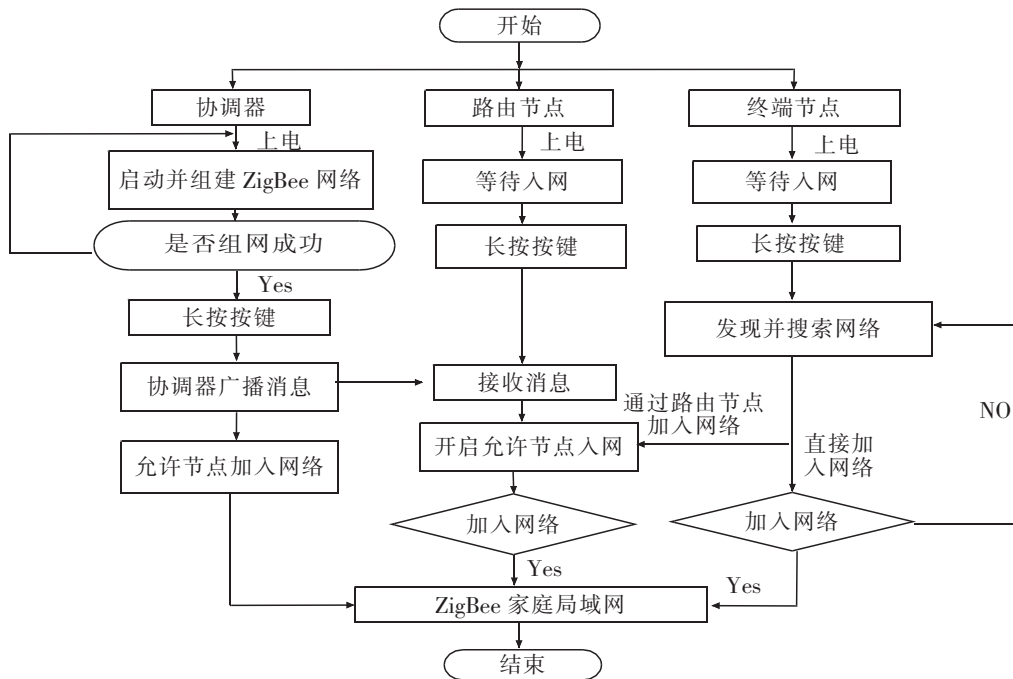


图 2 基于按键的广播算法流程图

Fig.2 Key-based broadcast algorithm flow chart

3.3 基于非易失性存储器 (NV) 数据存储和恢复算法设计

在智能家居场景中,上文 2.2 节所提出的算法解决了感知层子节点入网的问题,该算法能够有效的改善组网效率以及提高网络可操作性,但是在通信组网过程中,往往出现协调器数据容易丢失从而导致网络出现不稳定等问题,针对这个问题,本文从节点硬件出发,提出了一种基于 NV^[11-13]的算法设计方案,该算法在有效利用硬件 NV 存储特性的基础上,对节点数据进行存储和恢复,在一定程度上大大提高了数据存储的稳定性和抗干扰性^[14],算法流程图如 3 所示。

在 ZigBee 协议栈中 NV 存储器主要用于保存网络的配置参数(如网络地址),因为掉电后该参数不会丢失,当系统断电后,只需要等待恢复通电就可以恢复原来的网络,这样该节点的网络地址就不会发生变化。

正是利用 NV 存储器这种非易失性,本算法中将协调器中用来保存终端节点信息的绑定表存在 NV 中,让它在断电的情况下恢复所有节点的信息。

第 1 步:在协调器和终端节点中添加编译选项 NV_INIT、NV_RESTORE,保证协调器和终端节点在断电重启后,能够恢复到之前的 ZigBee 网络。

第 2 步:协调器在每一次初始化时,需要调用应用层的函数 InitNVBindItem(),在 NV 存储器中分配需要的内存空间,用来存储节点的信息。osal_nv_item_init(uint16 id, uint16 len, void *buf)函数接口判断是否已经存在 NV item,如果不存在,就需要重新开辟并且初始化,为后期的存储做准备。

第 3 步:协调器组网成功之后首先从 NV 中去读取绑定表的信息 RestoreBindItemFromNV(),如果绑定表中有节点的信息,则提取之前的信息,省去了重新添加节点信息的麻烦,利用 osal_nv_read(ZCD_NV_MAC_NWK_BIND,0, (uint16) (sizeof(nvNodeNum)),&nvNodeNum),首先从 NV 中读取存储的节点数,如果节点数的返回值大于零,那么再从 NV 中读取存储的绑定表的信息:osal_nv_read(ZCD_NV_MAC_NWK_BIND, (uint16) (sizeof(nvNodeNum)), MAX_NV_SIZE, macNwkBindTable), ZCD_NV_MAC_NWK_BIND 参数是用户自定义的绑定表,该参数是 NV 用来区分不同的绑定表信息。

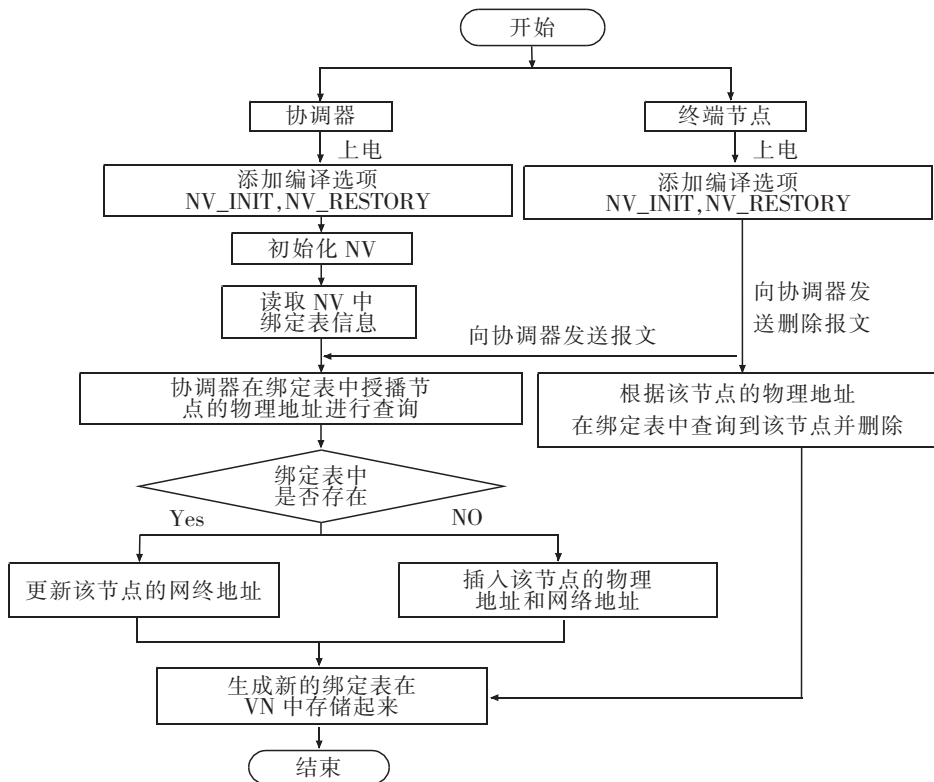


图 3 基于 NV 的数据存储和恢复算法流程图

Fig.3 NV-based data storage and recovery algorithm flow chart

当 ZigBee 网络中添加新的设备时,首先给终端节点上电,开启入网流程,加入网络成功后该节点会把自己的信息发送给协调器,协调器根据该节点的物理地址,在绑定表中去查询是否已经保存了该节点的信息,如果已经保存了则更新该节点的信息,反之添加该节点信息,实现功能的函数是 UpdateBindItem(affIncomingMSGPacket_t*pkt),增加更新操作后将最新的绑定表的信息重新写入 NV 中保存起来,以免在下次断电重启后能够恢复所有节点的信息,在整套机制中还添加了删除的功能,用来及时清除绑定表中不需要的节点信息,给 NV 腾出存储空间,避免自然的浪费。删除的过程:将要删除的节点信息,发送删除数据给协调器,协调器判断是删除信息后,根据该节点的物理地址,准确定位到绑定表中该节点的信息,并且将该存储空间清理出来,将绑定表最新的信息写入 NV 中保存起来。整个的存储过程是一套增删查改的机制,增加,更新

并且及时清理存储空间,利用 NV 的非易失性保存节点的信息,在断电重启后恢复绑定表,用户在手机端控制设备时,协调器就可以根据绑定表中的信息准确定位到设备,将信息准确发送给设备,能够有效避免数据的丢失。

4 感知层组网算法实验

本文主要针对智能家居系统中的组网问题提出了两种改进算法,2.2 节中提到的算法能够有效的控制网络的节点入网问题,在实际的应用场景中十分的有必要,2.3 节中的算法是为了解决协调器数据丢失的问题,这两个算法在实验平台中都得到了有效的验证。实验中,利用实验室的设备器材选择的区域投放 60 个传感器节点以及一个自主研发的智能网关,如图 4 所示,来模拟智能家居中的终端设备(开关、插座、窗帘等)。根据事先设计好的报文格式和设备种类,将算法程序下载到对应的设备中,连接好硬件线路,确保实验安全。

搭建好实验平台,给终端设备和智能网关通电,终端节点和路由节点进入等待入网的模式,协调器通电后即可进入组网状态。实验中,协调器根据自己广播的信标帧来判断周围的组网环境以及信号强度,依据终端节点的反馈结果为创建网络做准备。形成以 PANID 为唯一标识的 ZigBee 网络,默认 Source Address 为 0X0000,网络创建成功后,向周围的节点广播自己的网络连接状态。

为了验证 2.2 节中的算法,首先协调器和其他路由节点不做任何操作,终端节点无法加入到 ZigBee 网络中,协调器指示灯保持常亮的状态,证明节点没有加入到 ZigBee 网络中。当长按按键触发协调器以广播方式去唤醒路由节点,允许别的设备通过它加入到网络中。此时,协调器指示灯会不停的闪烁,证明节点成功加入到了网络中,并且能够和协调器正常通信。

由此可见基于按键的广播算法在实际智能家居系统应用中发挥了重要的作用,使组网过程能够方便用户控制,防止网络之间的干扰,增强组建网络的可操作性,延伸网络的深度。

对于 NV 存储方式的验证,引用网络助手来模拟报文下发,在 2.2 节算法的基础上,利用已经搭建好的实验平台,协调器和终端节点处于同一个网络中,协调器绑定表中保存着终端节点的 Network Address 和 MAC Address,实验中将协调器断电,然后再给协调器上电,待网络稳定后,在网络助手端来模拟控制报文,通过协调器指示灯闪烁情况来判断 NV 的存储方式是否有效。实验结果表明,协调器下发控制报文,能够有效的控制终端节点,并且能成功收到节点的反馈。协调器断电重启后,NV 能够有效的保存节点的网络地址,协调器根据节点的网络地址来建立通信信道。在网络助手端增加数据发送的频率,设备的状态消息都能够得到有效的反馈,证明网络通信的实时性和活跃性得到了显著的提高。

5 结束语

本文主要对智能家居系统中感知层组网底层通信技术进行了改进和创新,实验结果表明基于按键的广播算法和采用 NV 保存数据的算法能够有效的实现设备网络之间的通信,并且大大的提高了节点组网的可操作性,在实际的智能家居应用过程中,能够给用户带来更好智能体验。但是在大型的网络规模中,网络的环境比较复杂,影响网络的因素可能会增加,因此该算法还需要进一步的探讨和改进。

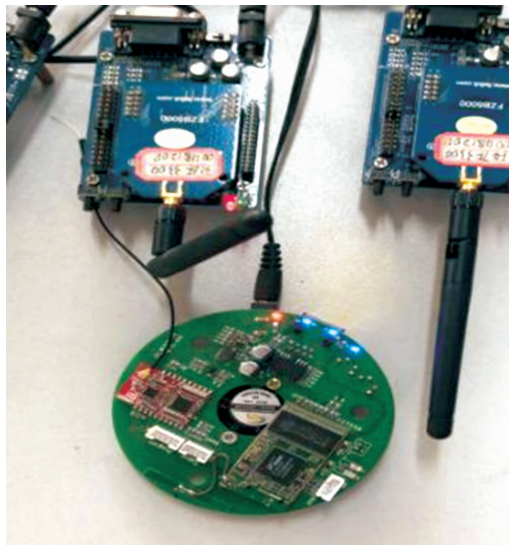


图 4 终端节点和网关实物设备

Fig.4 Terminal nodes and gateway physical equipment

参考文献:

- [1] 王保云. 物联网技术研究综述[J]. 电子测量与仪器学报, 2009, 23(12): 1-7.
- [2] 鞠海玲, 苗勇. 无线传感器网络研究进展[J]. 计算机研究与发展, 2005, 42(1): 163-174.
- [3] 叶兴贵, 缪希仁. 基于 ZigBee 的智能家居物联网系统[J]. 现代建筑电气, 2010(9): 25-28.
- [4] 叶高扬, 毕冉. 基于物联网的智能家居系统设计与实现[J]. 计算机应用, 2014, 34(S1): 318-319.
- [5] 吴佳兴, 李爱国. 基于云计算的智能家居系统[J]. 计算机应用与软件, 2013, 30(7): 240-243+314.
- [6] 邓胡滨, 许峰, 周洁. 基于 GRNN 神经网络的 ZigBee 室内定位算法研究[J]. 华东交通大学学报, 2017, 34(4): 137-142.
- [7] 谢琦, 刘兰涛, 弋俊超. 用于 ZigBee 网络的同步休眠与唤醒算法[J]. 计算机应用, 2010, 30(S1): 12-14.
- [8] 杨诚, 聂章龙. ZigBee 网络层协议的分析与设计[J]. 计算机应用与软件, 2009, 26(12): 219-221.
- [9] 张锐, 赵增华, 张焯彬, 等. 无线 Ad hoc 网络中基于网络编码的数据广播协议[J]. 计算机应用研究, 2011, 28(7): 2616-2620.
- [10] 沈军, 曹元大, 张树东. Ad Hoc 网络位置辅助广播协议[J]. 计算机应用, 2005(11): 2492-2495.
- [11] 何炎祥, 沈凡凡, 张军, 等. 新型非易失性存储器架构的缓存优化方法综述[J]. 计算机研究与发展, 2015, 52(6): 1225-1241.
- [12] 舒继武, 陆游游, 张佳程, 等. 基于非易失性存储器的存储系统技术研究进展[J]. 科技导报, 2016, 34(14): 86-94.
- [13] 陈怡然, 赵巍胜, 孙振宇, 等. 新型非易失性存储器[J]. 现代物理知识, 2015, 27(1): 41-46.
- [14] 曹锐. 基于 ZigBee 的无线传感网络设计及抗干扰能力分析[D]. 南京: 南京邮电大学, 2014.

Networking Algorithm in Sensing Layer of Smart Home Based on Internet of Things

Cheng Yuan, Zhou Jie, Pan Ping'an, Xu Weixin, Jiang Nan

(School of Information Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: In recent years, internet of things(IOT) has been widely used in smart home system. Wireless sensor networks(WSNs) and ZigBee protocols are key technologies in smart home systems based on internet of things. In the actual application process, the networking algorithm of sensing layer in existing smart home systems has certain limitations. To improve the practicability of the sensing layer network, this paper proposed a key-based broadcast networking algorithm and the efficiency of network access underlying ZigBee protocol stack was improved. Meanwhile, the coordinator is always unstable for storing data in real applications. In view of this problem, this paper, based on ZigBee protocols, put forward an improved non-volatile memory(NV) storage algorithm. The research results show that the proposed algorithm has high reliability and may effectively improve the communication network operability.

Key words: WSNs; smart home; broadcast; sensing layer; NV