智能家居物联网云框架

摘要——智能家电和可再生能源正在成为智慧家庭的组成部分。现在，家用电器通过家庭网关相互通信，使用现有的短程家庭局域网通信协议，如ZigBee、蓝牙、RFID和WiFi。网关允许房主和公用事业单位通过远程通信网络（如GPRS、WiMax、LTE和电力线载波）与设备进行远程通信。本文利用物联网的概念对家用电器进行跟踪和控制。此外，本文还提出了一个能够实现人与机器、工具与机器和机器与机器的集成和协调的框架。利用物联网的概念，产生了一种标准的通信协议TCP/IPV6，它克服了许多不同的家庭区域网和邻域网协议。这项工作提出了一个支持物联网集成、支持设备之间的协调以及设备与人的交互基于云的框架。设计、实施和测试原型，以验证提议的解决方案。

索引词——物联网（IoT）、物联网（IoT）云框架、智能家居、智能家电。

1介绍

随着智能化的发展，智能家居的环境正成为构建智能监控家电系统以及管理住宅区可再生能源和储能设备集成的重点领域。

许多家用电器监控系统使用短距离和长距离通信协议。[1]-[4]中报告了利用ZigBee、蓝牙、射频识别（RFID）和WiFi通信协议的智能家用电器监控系统，这些系统在相同房屋内使用多个短距离家庭区域网络通信协议。此外, 基于ZigBee和WiFi开发了一些智能家庭能源管理系统，包括可再生能源和存储能源设备[5]-[7]。这些系统也基于短程通信协议。

另一方面，远程通信协议被用来进一步扩展跟踪和控制的范围。例如，微波接入（WiMax）[8]、电力线载波（PLC）[5],[9]，和通用分组无线业务（GPRS）[10],[11]的全球互操作性被用于上传设备和设备状态，以及从一个遥远的公用服务中心或遥远的房主手机上下载控制命令。这些系统使用不同的通信协议进行远程跟踪和控制。这个混合的、数量多的通信协议使用多个标准。这种多标准体系结构引入了与服务质量相关的挑战和问题[12]，以及跨技术干扰[13]、频率许可证[14]、可扩展性[15]和成本[16]。图1描绘了现有的具有不同通信协议的智能家居监控系统。

为了克服上述的一些挑战和局限性，一个家庭和邻域网的通信协议将是最佳解决方案。这种协议应该能够处理家用电器和可再生能源设备的短距离和长距离接入。

如今，利用物联网（IoT）的概念，一种家庭自动化和能源管理的通信协议正在成为可能。每一个家用电器、可再生能源和存储能源设备都可以被视为对象（物），而房主的移动电话以及公用事业应用服务器也可以被视为对象（物）。

每个对象都可以被分配一个独一无二的IP地址，能够通过因特网接收命令和传输数据。有了这些功能，这些对象相就组成了物联网。一旦一个对象成为物联网设备或装置，它就可以与其他连接的设备（物）交换数据和命令，例如智能电表、公用服务设施和其他设备，即机器对机器和人对机器或公用服务设施对机器。这个架构将通过在低功耗无线个人区域网（6LowPAN）上使用IPv6通信协议[15]-[17]。6LowPAN是限制版的 IPv6协议，它可以有多达65-75字节的有效装载量，足以处理智能家电和可再生能源和存储能源设备的操作[15],[17]。利用IPv6将唯一的地址的数量从232增加到2128[17]，即从寻址角度消除了可伸缩性问题。

智能家居有三大特点：

•能够感知和监测不断变化的情况。

•设备和装置能够与人、系统和其他对象进行通信和交互。

•根据确定的知识做出一定数量决策的能力。

文献中提出的一些框架旨在实现智能家居环境中设备之间的协调，[18]中提出的框架能够实现智能家居系统的执行和智能家居中不同元素之间的协调。该方法使用简单对象访问协议（SOAP）技术，该技术提供异构系统之间独立于平台的互操作系统。此外，图2中的另一个提出，使用[19]中基于规则的框架来管理智能家居环境中的系统架构的高级视图。它基于事件条件操作（ECA）规则机制和SOAP技术，提供了这些系统之间的互用性。文献中提出的框架解决了智能家居环境中物联网设备的异构性问题，但是它仅限于单个家庭瞬间。在智能家居环境中，没有基于业主偏好和标准的自动决策，以及与特定设备紧密结合的手动配置。回想一下，智能家居环境中的每个设备都可能具有不同的功能和接口。因此，在框架内进行手动配置是不可行的。

本工作的目标是创建一个智能家庭云框架，能够处理上述的智能家居环境特征，并实现物联网装置/设备在智能家居环境中的无缝集成。

将拟议的智能家居框架部署到云端，解决了在家庭设备中使用不同标准、操作和接口的互用性问题。这种互用性是通过为家庭采用通用的设备和基于网络的服务来实现的。因此，设备使用基于网络的标准与云中的服务进行通信，而不管使用的接入网络技术或其他标准是怎样的，不同的服务可以使用网络服务标准在云中进行互操作。如图2所示是使用IP通信协议的拟议系统架构的高级视图；每个家用电器具有唯一的IP地址。

2.环境分析及要求

在智能家居环境中，有m个家电的家庭可以用(1)表示。

(1)

设备是能够执行任务或请求以接收命令和交换数据的物理设备。例如，在智能家居环境中，设备可以是电视、空调和洗衣机。每个设备可以由(2)中的一组功能定义。

(2)

式中，aj是描述人工智能的能力数量。例如，洗衣机的功能可以是漂洗、正常洗涤、手洗、水温和旋转速度。智能家居环境中的每个设备都放置在特定的家庭区域中。主区域定义为家庭内部的特定区域。例如，主卧室可以是一个分区。主区域可以表示为

(3)

在给定的智能环境中，Ai,q表示为q个智能区域中的i个设备，给定智能家居环境的n个任务，如(4)所示：

(4)

任务Tj∈T（j=1,…,n）表示为(5)中的一组运算：

(5)

t∂是属于Tj的操作数。例如，任务1可以定义为向洗衣机请求，操作正常时洗涤和旋转速度为800rpm。

这项工作的目标是建立一个框架，使集成、监测以及自动和手动控制的家电在一个智能家居环境。

智能家居环境的主要特点是决策能力。该决定基于在特定时间向有能力的设备/装置分配任务或请求。任务或请求可由单个设备Ai或A中的一组设备处理，它们能够处理任务Tj。例如，智能家居环境中的请求可以表现为在下午 5 点之前将家中的特定区域冷却到 19 ℃，其中家庭有三个A/C单元。系统可以将此请求分配给家中不同的 A/C 单元，以实现此请求。

启用智能家居框架的功能要求如下：

物联网设备/设备要求：

•IoT应该注册它的功能。

•IoT应该请求事件，事件请求是任务，并且由有能力的 IoT在特定时间执行。

•IoT应该接受事件（任务）。

•IoT应该执行请求的事件（任务）。

•每个IoT必须具有唯一的地址。

控制器要求：

每个 IoT 都有现成的具有以下资源[8],[20]的信用卡大小的单片机：

•芯片 CPU 上的系统。

•SDRAM。

•GPIO（通用数字输入/输出端口）

•Base-T标准的以太网插座。

•两个USB连接器和模拟转换到数字（ADC）的显示串行接口适配器。

上述通信、数字和模拟输入/输出端口在提议的系统中使用如下：

•数字输入用于使房主能够在本地对设备进行性操作。

•数字输出用于驱动家用电器通过固态继电器，以克服板端口提供的电压和电流限制[16]。

•USB端口用于将控制器连接到PC上，上传和下载已开发的程序。

•ADC通道可读取家用电器可能具有的模拟指标，如温度、湿度、重量和压力。

•10/100 Base-T以太网端口，将系统连接到互联网，通过万维网访问 IoT 的内容。

框架要求：

•该框架为连接到它的家庭提供了独特的标识。

•框架应该为智能家电和设备提供独特的标识。

•框架将电器关联至家庭。

•该框架管理家庭内的电器。

•该框架管理用户和用户家庭中的职能。

•该框架允许用户定义职能和可访问性。

•该框架允许设备注册自己的功能。

•该框架允许设备注册其Web服务定义。

•该框架使用户能够定义其任务和操作。

•该框架支持手动任务执行。

•框架支持基于用户定义事件的任务自动执行。

•框架应为 IoT 的特别定义的事件提供跟踪服务。

•该框架允许用户为智能家居定义规则和目标，以管理它们自动执行决策的行为。

•该框架利用定义的家庭规则和目标实现家庭智能，并做出自动决策。

3. 建议的架构

三。拟议架构

本节提出了一个智能家居服务架构，该架构的部署为软件作服务（SaaS），并使用云平台作服务（PaaS）。该框架可作为智能家居环境中任何物联网的通用架构，并使用web服务与智能家居框架进行通信。前面提到的功能框架为前面的功能需求提供了一个解决方案。如图3所示，所提出的智能家居框架包含两个主要层：1）数据访问和集成层（DAI），2）决策层。这两个层的设计是为了在框架内维护组合松散的组件。考虑到分布式环境的性质，安全性成为一个挑战。图3中提出的架构中的安全性必须跨所有层呈现。这意味着智能家居区域网络框架、PaaS和IaaS必须遵循安全目标并且受到安全机制的约束，如本文中[21]和[22]所研究的安全性超出了本文的范围。

3.1 集成层

此层旨在为智能家居环境中的 IoT提供数据集成。它还为智能家居框架中的不同服务提供数据可访问性，此层包含以下服务：

注册服务：

此服务使设备能够注册到建议的智能家居框架服务，注册服务具有以下模块：

•设备注册：本模块的主要功能是处理来自设备的注册请求。它接受每个功能的设备名称、标识、功能和服务定义，并为注册的设备分配全局唯一标识。

•架构注册：每个设备可以根据特定的数据表示生成或使用数据。此模块使设备能够在智能家居框架服务中注册其架构。

•事件注册：根据设备操作，它可以生成特定的事件。事件注册使设备能够注册它可以产生的事件。此外，它允许用户或其他设备从设备注册到使用者特定的事件。

•注册数据存储：为设备注册数据库存储库。

•取消注册：此模块允许从智能家庭框架服务中注销设备、架构、数据存储和事件。

账户管理：

此服务处理用户帐户的创建，它提供以下主要功能：

•处理创建、更新和删除用户帐户的操作。

•验证和验证注册的设备是否属于用户。

•将设备链接到用户：将创建的用户与注册的IoT装置/设备相关联。用户可以是智能家居所有者或被授权访问智能家居环境中的装置和设备的验证用户。

事件管理服务：

此服务管理生成和使用的事件的分布。此服务包含以下模块：

•事件列表：提供当前可供订阅的事件列表。

•检索事件定义：提供注册事件所需的详细信息。

•事件触发器：处理触发事件时要执行的操作集。

•事件监视器：跟踪设备上发生的事情。

•事件协调器：当触发事件以执行定义的操作集时，处理事件生产者和使用者之间的协调。

物联网资源服务代理：

资源服务代理支持基于功能物联网与特定功能请求的集成，资源服务代理具有以下模块：

•物联网发现：此模块根据物联网服务的标识和能力，发现特定物联网服务。

•检索服务定义：获取物联网提供的服务定义。

•将事件与服务关联：将特定事件链接到定义的服务。

•将服务与服务关联：将特定定义的物联网服务链接到另一个物联网服务。这使得请求的特定依赖关系能够在单个设备或多个设备中执行。

•调用服务：确定连接到服务的地址。该组件连接并调用物联网设备上的服务。如果服务与依赖关系相关联，还提供服务之间的编排。

物联网数据代理：

物联网数据代理服务使物联网中的设备能够保留其数据。以下组件支持在云基础设施中保留物联网设备数据，以及数据可访问性、提取、加载和转换功能。

•数据访问：该模块支持物联网设备的数据访问。它为智能家居框架中的设备和其他组件提供插入、删除和更新操作。

•数据提取：确定物联网设备的来源并提取数据。

•数据加载：将数据发送到相应的目标。

•数据转换：将数据格式从存储的数据源转换为数据使用者的目标格式。

•数据监视：监控特定数据的变化。事件使用此组件以监视与物联网设备相关的特定数据更改。

3.2 决策层

这一层包含的服务允许业主建模和管理他们的家庭偏好、规则和目标，这些都控制着系统内的决策行为。此层包含以下服务：

家庭模型

家庭模型能够定义和管理家庭内的规则和目标。家庭模型服务包含三个主要模块：

•元模型：这包括定义智能家居规则和目标的结构。

•模型实例：使用元模型让用户能够为智能家居定义规则和目标;

•模型管理系统：使用户能够管理（添加、更新、删除）规则和目标。

目标可以建模为优化模型[23]，以表示智能家居的量化模型。优化模型包含两个主要元素：目标和约束。目标和约束。目标是决策标准，可以建模以最大化或/或最小化某些目标函数.约束是一组必须满足的条件。约束可以是基于操作、基于任务、基于设备、基于位置或组合。

另一方面，将规则描述为定义或约束家庭的某些方面的语句。家居规则旨在维护家庭结构或控制或影响智能家居行为。规则引擎计算并执行规则，规则可以表示为 if then 语句。主规则的强大之处在于它们既能将知识从实现逻辑中分离出来，又能在不更改源代码的情况下进行更改。规则由两部分组成，条件和动作。当条件满足时，执行操作[19],[23]。

家居规则的概念捕获了家用电器、任务/请求和时间的精确逻辑，以管理智能家居中的决策行为，提出了六种主规则类型：

•位置规则与住宅位置区域相关，如客厅和卧室区域。每个设备和任务都有与之关联的家庭规则。为任务和设备分配规则将控制匹配和计划组件，以查找任务正确的位置。

•设备规则与家用电器及其功能相关，每个设备都与设备规则相关，这种关联限制与设备之间的任何依赖关系的可行性空间。

•任务规则与要在设备或设备中执行的操作或操作序列相关。每个任务都与任务的规则关联。这种关联限制了定义的任务序列或顺序的可行性空间。

•时间规则与时间相关，如早晨时间。时间间隔和任务与时间规则相关联。这种关联约束的可行性决定了求解时间约束的可行性。

•设备位置规则将设备与特别定义的位置规则关联，此关联允许在智能家居环境中定义设备位置。

•任务时间规则将定义的任务规则与时间规则相关联，这种关联将解决空间相对于任务执行的可行性限制在特定时间的问题。

匹配

该服务包含一个匹配算法，该算法利用家庭模型服务中定义的归属规则，并为智能家居中的任务/请求找到可行的调度空间。

行程安排

该服务包含一个优化算法，可以基于精确或启发式技术[23]。调度服务利用规则匹配的输出，这些规则包含可能的可行空间，并根据在家庭模型服务中定义的优化模型找到最优解（如果使用精确优化算法）。此计划的结果包含在特定时间将请求分配给物联网的结果发送到集成层中的物联网代理内的Invoke服务。

4实施和测试

为了验证，我们开发了一个原型来模拟提出的框架，并部署在云平台提供商上。图4显示了为测试和验证而实现的原型设置。灯、风扇、电饭煲和咖啡机都与自己的微控制器连接，并且都具有唯一的IP地址。由于微控制器不能为电器提供所需的电源，所以在输入端的信号调节电路和输出端的驱动电路被设计成符合功率要求的样子。该系统可由家庭用户手动操作，并可通过每个设备的IP地址进行远程访问。如前几节所述，每个设备状态由其自己的微控制器通过数字和模拟输入读取、数据处理、启用或禁用设备，基于本地或远程请求的用户请求进行控制。在本地，用户可以使用正常的标准来跟踪和操作他们的家用电器开关。在远处，授权用户和程序可以通过其自己的IP地址访问每个单独的设备，从而相应地跟踪和控制他们。

微控制器被配置成在启动时执行一个脚本来处理设备，例如打开/关闭灯、控制强度以及在远程和本地控制之间进行选择。脚本分为本地控制和远程+本地控制两部分，第二部分本地控制仅在连接到云端时出现错误或网络连接不可用时运行。

该脚本从微控制器中的设备配置文件读取数据，并与智能家居框架发现服务接口。微控制器通过智能家居框架提供的注册服务启动设备记录检查。如果设备记录不存在，服务将使用设备发送的数据（如制造商名称、产品ID和用户配对码）创建一个记录。用户配对码用于将设备和用户进行配对，被用于一次性的设备与用户配对。一旦设备的记录被创建，设备上和云端上的智能家居框架就会交换信息。例如，灯泡交换诸如灯泡状态（开/关）和灯光强度等信息，微控制器开始检查用户是否提交了任何设备操作或更改，并通过智能家居框架提供的服务进行反映。此外，微控制器可配置为基于时间或其他参数（例如室温）的自动操作，以相应地操作空调设备或打开/关闭灯。如果设备没有互联网连接，微控制器会切换到本地模式操作，并每隔一分钟检查一次互联网连接。

任何微控制器都通过无线或有线以太网连接到云智能家庭框架服务，通过呼叫智能家居框架提供的服务，可以通过任何平台监控设备。为了演示如何使用智能家庭框架服务，制作了一个移动应用程序。在应用程序中，用户必须注册，然后他/她必须输入新创建的帐户用户名和密码才能登录。一旦登录，用户管理服务通过数据访问和集成组件提取用户凭据来验证用户。如果认证成功，智能家庭框架将成功发送与用户关联的所有设备的信息给移动应用程序。用户可以通过智能家居云框架服务与移动应用程序交互，远程控制设备的运行，用户还可以使用设备的配对代码对其名下的设备进行配对。一旦配对成功，用户就可以访问以其名称注册的设备。如图5所示，应用程序列出了所有连接的设备及其状态。

当用户点击所需设备以更改其设置时会打开一个新窗口，允许用户控制特定设备的设置。用户完成设置后，可以通过轻触屏幕按钮将更改提交到智能家居框架。一旦用户提交更改，应用程序将数据发送到物联网云框架，物联网云框架处理信息并反映数据库中的更改，并将命令发送到设备。例如，在用户选择从如图5所示的注册设备窗口控制光强度之后，应用程序相应地执行如图6所示的请求，并允许用户打开/关闭灯光或使其变暗。

5结论

本文提出了一种基于互联网的智能家居监控系统，每个家用电器都分配了一个唯一的地址，用于用户上传设备的状态和下载命令。这使得物联网可以表示为一组对象，这些对象作为互联网的一部分是唯一可识别的。当这些对象通过因特网相互连接，就可以提供多种服务产生大量的数据和信息。为此，提出并开发了一个智能家庭云框架服务，并将云平台作为服务提供商。测试结果表明，利用智能家居框架可以实现物联网与智能家电的融合。这项工作的主要贡献如下：

•智能家居中物联网的即插即用功能，可实现设备、设备、系统和人之间的协调。

•利用云计算克服在家用设备中采用不同标准的问题，这是通过采用一个通用服务标准来实现的。

•作为服务的智能家居框架可进行扩展。实例智能家居可以集成，并可以使用相同的框架服务进行监控。

•决策层，通过代表业主根据规定的规则和目标做出决策，使住宅“智能化”。

该系统概念可以实现为智能微电网服务，供应小区住宅。

考虑到正在生活环境，安全是一个主要的挑战。未来将对拟议架构的安全性进行研究。此外，还将研究在决策层的家庭模型服务的扩展，包括元模型的设计，使用户能够对智能家居实例进行建模，探索和评估优化模型和算法，作为拟议智能家居框架未来扩展的一部分。