

文章编号:1001-9081(2009)02-0583-03

基于情境上下文感知的温度监测与警报系统

陆寅, 苗克坚, 何维

(西北工业大学(长安校区) 计算机学院, 西安 710129)

(edwardlane@mail.nwpu.edu.cn)

摘要: 在智能家庭 OSGi 网关上建立一个情境上下文感知计算框架, 研发了一个单总线测温网络, 在框架内实现了智能家庭环境中的情境温度上下文感知计算服务。以温度上下文为中心, 通过框架基础服务整合电力总线电器控制服务、GSM 网络通信服务等, 构成智能家庭环境中基于情境上下文感知的温度监测与警报系统。

关键词: 上下文感知; 单总线; 温度检测; 智能家庭

中图分类号: TP277 **文献标志码:** A

Context-aware approach for temperature monitoring and fire alarming

LU Yin, MIAO Ke-jian, HE Wei

(Computer Science and Engineering School, Northwest Polytechnical University, (Changan District) Xi'an Shaanxi 710129, China)

Abstract: In this paper, a temperature monitoring and fire alarming system that made use of semantic network technologies was presented. The system was implemented with a context-aware computing framework that built upon an OSGi gateway. Environment temperature info was collected from 1-wire sensor networks and was stored and processed as a part of smart-home context. Customer rule based context reasoning can be done by the framework, and alarming services would be scheduled when it detected dangerous high temperature.

Key words: context-aware computing; 1-wire; temperature monitoring; smart-home

0 引言

温度信息是情境感知计算系统需要掌握的重要上下文内容之一。在温度采集系统的实际应用中, 大多由应用程序以定时查询方式获取数据^[1]。这种体系结构中高层监控程序直接访问底层传感器网络硬件, 温度信息数据形式与传感器网络类型密切相关, 不能为高层程序直接使用, 难以与其他应用服务共享, 不利于系统扩展构成复杂的安全监控系统。

本文运用情境上下文感知计算技术, 基于 OSGi 平台构建了一套情境感知计算框架, 并据此开发了一套温度监测与远程警报系统。系统通过上下文收集中间件从单总线测温网络中收集环境温度信息, 运用本体模型记录温度上下文、报警规则和服务调度规则, 通过语义推理完成报警条件判定, 再由系统调度有关报警服务进行处理。

1 系统结构

基于情境上下文感知的温度监测与警报系统由部署在 OSGi 网关平台上的情境感知计算框架、测温网络、X-10 电力总线网络、GSM 通信模块组成, 总体结构如图 1 所示。系统通过测温网络监测智能家庭环境中各个房间的环境温度, 在发生火情时通过电力总线切断有关电器供电, 并通过 GSM 短信报警。

1.1 OSGi 网关

OSGi 是 Open Service Gateway Initiative 组织建立的一个服务规范, 目的是为通过网络向设备提供服务建立开放性的标准^[2]。OSGi 系统中的服务以软件包的形式实现, 一个软件包内可以实现多个服务。软件包分为系统软件包和应用软件

包两类。系统软件包实现了 OSGi 规范定义的框架服务, 为应用服务提供了生存期管理、安全管理、服务注册、服务搜索、消息传递等基础服务, 应用软件包则实现了部署在系统内的各类应用服务。OSGi 系统启动时立即加载系统软件包, 并启动框架服务。而应用软件包则可以动态加载与卸载。本文系统采用 SUN 公司的 JES 2.0 作为 OSGi 网关软件系统平台, 部署在 PC104 嵌入式计算机系统上。选用 RedHat Linux9.0 操作系统和 JDK5.0 Java 虚拟机。

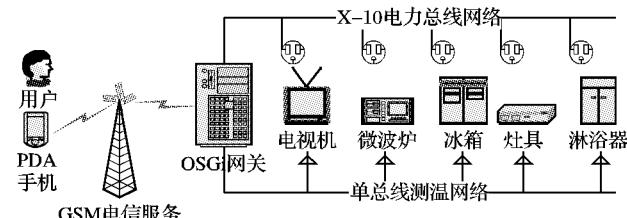


图 1 系统组成结构

1.2 情境上下文感知计算系统

部署在 OSGi 网关平台上的情境上下文感知计算系统以 OSGi 应用软件包的形式实现, 整体软件结构如图 2 所示。系统模块包括:

情境上下文数据库 上下文数据库基于 MySQL 5.0 关系数据库实现, 用于存储上下文本体模型和运行过程中产生的上下文。其中来自上下文收集的服务直接把上下文存入数据库, 经推理得到的隐含上下文则使用临时表存储。

上下文管理软件包 上下文管理软件包基于 JENA 2.0 工具包实现^[3]。模块实现了上下文收集服务和上下文推理服务, 从上下文包装器服务收集直接上下文写入数据库, 并根据各种推理规则及时推导隐含上下文。

收稿日期: 2008-08-14; 修回日期: 2008-10-08。 基金项目: 西北工业大学创新基金资助项目(2006CR13)。

作者简介: 陆寅(1975-), 男, 江苏苏州人, 博士研究生, 主要研究方向: 网络计算、语义网; 苗克坚(1962-), 男, 天津人, 教授, 博士, 主要研究方向: 嵌入式系统、语义网; 何维(1981-), 男, 湖南株洲人, 硕士, 主要研究方向: 嵌入式系统、片上系统、计算机测控系统。

服务管理软件包 服务管理软件包实现了服务注册、服务发现、服务调度等基础服务。服务管理模块监听上下文管理模块发出的上下文更新事件,根据定制的调度规则调度相关的情境感知计算服务投入运行。

上下文包装器和上下文生产者接口 上下文包装器是实现了上下文生产者接口的上下文数据封装服务的统称。上下文包装器服务一方面需要访问系统中纷繁复杂的上下文来源,获取上下文信息并进行数据格式转换,将原始数据封装成系统可以理解的情境上下文;另一方面需要向系统注册成为一个生产者服务,连接到上下文收集服务,在系统运行过程中,向上下文收集服务提交封装好的情境上下文。以温度上下文包装服务为例,该服务能够定时启动测温网络进行温度上下文采集,对采集结果进行封装并提交到上下文收集服务。

情境感知计算应用和上下文消费者接口 情境感知计算应用是部署在感知计算框架内的高层应用服务。此类服务需要实现系统框架定义的上下文消费者服务编程接口,并向服务管理模块注册监听某类上下文更新消息。在相关的上下文更新后,消费者服务由服务管理模块调度运行,调用外设服务软件包控制各类外设对情境上下文的变化做出响应。本文中应用情境温度上下文进行的火灾预警服务就是典型的情境感知计算服务。

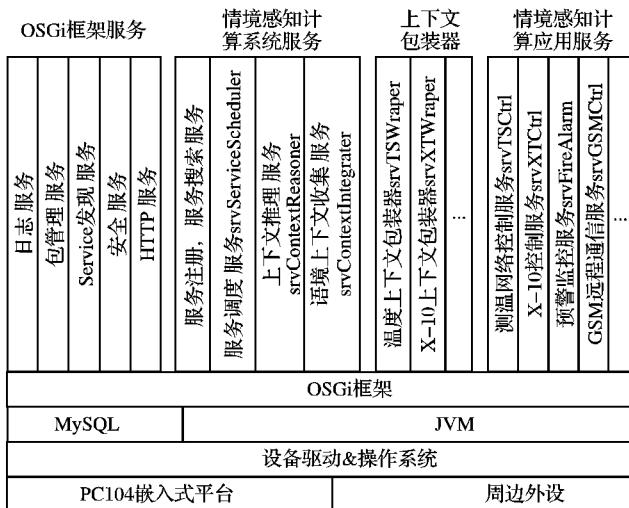


图 2 上下文感知计算系统结构

1.3 单总线测温网络

单总线测温网络由单总线控制模块、测温传感器网络组成,电路原理图如图 3 所示。配套软件包括单总线模块设备驱动程序和单总线测温网络服务软件包。

1) **单总线控制模块:** 单总线控制模块以 AT89C2051 单片机为核心,通过单片机 GPIO 引脚扩展单总线客户端网络。模块通过 RS232 总线与 OSGi 网关相连。在系统上电后,模块在单片机控制下完成引导,并逐次对单总线网络中的客户端进行初始化配置。系统运行过程中,单片机轮询单总线网络中的客户端,获取采集到的数据并集中保存在片内存储器中,等待 OSGi 网关通过 RS232 总线读取。

2) **测温网络** 采用 DS18B20 作为测温传感器^[4],采用图 3 所示地线悬空方式每路总线上最多可以挂载 8 枚客户端。系统测试时通过总线控制模块扩展了 1 路总线,挂载 5 枚 DS18B20,编号从 TS001 至 TS005。DS18B20 芯片内部实现了单总线网络客户端,可以通过单根信号线与网络控制端实现双向通信,即传输数据又传输时钟。单总线结构能够简化测

温网络电路设计,降低布设成本,但对工作时序要求严格。DS18B20 必须依照总线控制器命令按照客户端复位、片内 ROM 操作、温度采样、发送采样温度的次序操作。

3) **单总线模块设备驱动:** 系统中的单总线网络、X-10 电力总线网络、GSM 模块等都需要通过 OSGi 网关主机串行接口扩展。为实现串口共享,提高系统扩展灵活性,本文采用了两级封装方式为 OSGi 网关扩展外设,以设备驱动程序和 OSGi 外设服务软件包形式实现。以单总线模块为例,在操作系统级加载设备驱动完成一次封装,将连接在网关 COM1 口上的单总线模块映射成一个名为 \devSingleWire 的字节设备文件,可以通过 LINUX 字节设备访问接口进行访问控制。驱动程序将实现了串口访问逻辑和单总线模块控制逻辑,向操作系统之上的各类应用隐藏单总线模块硬件访问细节。

4) **单总线测温网络服务软件包:** 外设服务软件包完成对外设的二次封装,为 OSGi 网关中的其他服务提供了外设访问接口。外设服务软件包由三项组成:情境上下文包装服务、设备访问服务和外设配置 HTTP 服务。单总线测温网络外设服务软件包中的上下文包装服务通过设备驱动访问单总线测温网络硬件,获取环境温度数据,进行格式化封装后向上下文收集服务提交;外设访问服务提供一组调用接口,供其他计算服务控制外设完成数据收发等操作;外设配置 HTTP 服务由动态网页和服务器脚本组成,系统控制员可以通过 OSGi 提供的 HTTP 服务进行访问,通过浏览器页面进行外设运行参数设置和服务参数配置。

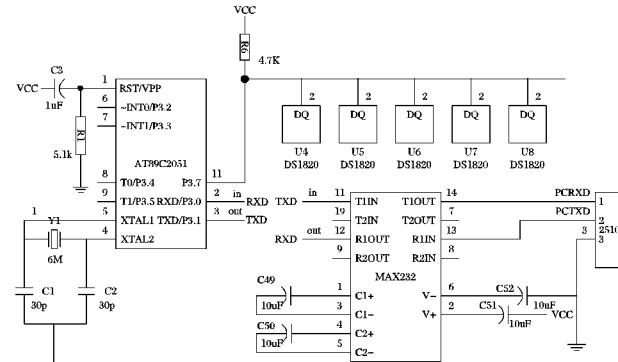


图 3 单总线结构测温网络电路原理

1.4 电力总线与远程通信模块

OSGi 网关通过共享 RS232 串行通信口扩展电力总线网络模块和 GMS 网络模块。电力总线模块实现对电器开关状态的监控,GMS 模块则为系统提供 GMS 网络供远程通信能力。模块采用 2 级封装形式扩展,配套软件包括外设驱动和 OSGi 服务软件包。

1) **X-10 电力总线控制模块:** X-10 总线是一种电力线载波传输控制总线,设备包括控制端模块和客户端子模块。控制模块通过 RS232 总线与网关主机相连,接收并解析网关发送的命令,对命令进行编码和载波调制,再通过电力线发送到子模块。客户端子模块可以设置总线地址,不能主动发起通信,只能根据控制端命令动作^[5]。文中系统测试时采用一拖四电力总线网络结构,以一个控制模块控制 4 个功率开关子模块,各类被监控电器的电源接在子模块电力输出插座上。子模块可以根据控制模块命令控制电力输出开关状态,或进行输出功率调节。

2) **GMS 短信通信模块:** GMS 总线通信模块采用了西门子公司的 MC35i GMS 外置模块^[6],通过 RS232 总线与 OSGi 网

关相连。模块可以收发 GSM 短信,进行内容解析,并通过信号量通知网关读取^[7]。

2 情境温度感知计算

基于情境上下文感知的温度监测与警报系统运用本体管理系统中的情境上下文信息、推理规则和调度规则。本体模型采用 OWL 语言描述^[8-9],存储在上下文数据库中。运行在 OSGi 平台上的多种上下文包装服务从上下文来源获取原始数据,封装成 OWL 格式数据后提交给上下文收集服务,作为直接上下文写入数据库,同时产生一个上下文更新事件。上下文推理服务响应此更新事件根据存储的推理规则推导隐含上下文,并再次产生一个针对隐含上下文的更新事件。服务管理服务在更新事件响应过程中根据存储的服务调度规则调度监听此事件的服务投入运行。

2.1 情境上下文本体模型与温度上下文

本体是某一知识领域内有关概念与实体正规、清晰的描述。它以某种约定的文法形式,为领域内的概念、实体、行为、状态等创建一套词汇表,便于各类服务、设备、用户之间对知识的理解与共享。本体模型可以采用多种语言描述,如 RDF、DMAL + OIL,目前广泛应用的是 OWL 语言描述。本体中的概念和实体通过之间的关联关系构成一张错综复杂的网络,如果以概念或实体为节点,关系为边,本体可以展开成一张多连通图,如图 4。

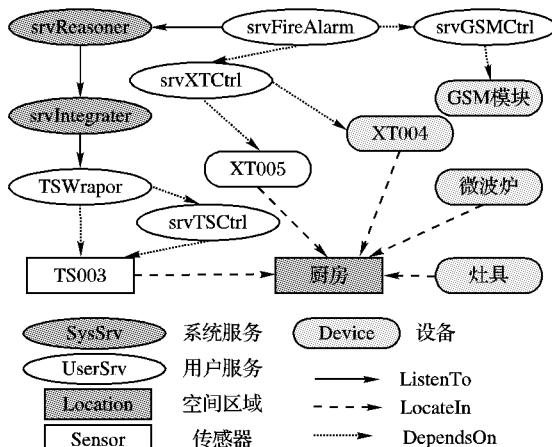


图 4 系统本体实体关系图例

本文系统实测时布设于智能家庭环境中,监测浴室、厨房和客厅的环境温度,并管理淋浴器、微波炉等家用电器的电力供应,相关本体模型示例见图 4。其中 **srvIntegrator** 和 **srvReasoner** 是系统上下文收集和推理服务, **XT004** 和 **XT005** 是布设在厨房内的电力总线子模块, **TS003** 是布设在厨房内的温度传感器。其余系统服务、及于起居室和浴室有关的本体内容没有在图中反映。系统定义了“监听”、“位于”、“依赖于”等关系描述服务及设备之间的相互关系。

2.2 基于本体的上下文推理和服务调度

情境上下文相关计算中的上下文从得来方式分类可以分为直接上下文和隐含上下文。前者由上下文包装器根据原始数据提供,后者则通过对前者的汇总和推理获得。基于系统上下文本体模型,可以运用语义网工具对直接上下文进行汇总推理,得到隐含上下文信息。

本文基于 JENA2.0 工具包实现了上下文推理服务 **srvContextReasoner**,能够根据语法规则和用户自定规则的完成推理。如规则 3,可以根据温度传感器布设位置、传感器测

量温度和火警温度阈值推理论判定传感器所在房间是否发生火情。

上下文感知计算系统需要对情境上下文的变化做出响应,调整自己的运行模式或启动某些外设。依托上下文推理服务,上下文感知计算服务可以在服务注册时提交自己的调度规则,通知服务管理器在某种上下文更新时,调度自己运行。

下面举例给出了 RDF 推理规则、自定义高层上下文推理规则和服务调度规则的实例:

语法继承规则 1 (**TpSensor rdf:SubClassOf SensorNetwork**), (**SensorNetwork rdf: SubClassOf Device**) -> (**TpSensor rdf: SubClassOf Device**)。

自定义推理规则 2 (? **TpSensor LocateIn ? Room**), (? **TpSensor Sample 36°C**) -> (? **Room Temperture 36°C**)。

自定义推理规则 3 (? **TpSensor LocateIn ? Room**), (? **TpSensor Sample 320°C**), (**FireAlarm Threshold 320°C**) -> (? **Room status FIRE**)。

服务调度规则 4 IF (**status (? Room, FIRE)**) THEN **srvServiceScheduler. schedule (srvFireAlert (? Room))**, 其中 ? **Room** ∈ {起居室, 餐厅, 厨房, 淋浴间}。

2.3 情境温度感知计算

智能家庭环境中基于情境上下文感知的温度监测与警报系统,由部署在上下文感知计算框架内的多个应用服务组成,具体包括:温度上下文包装服务、电力总线模块控制服务、GSM 通信模块控制服务和火灾预警服务。这些服务以温度上下文为核心,由上下文感知计算框架基础服务统一调度。

1) 温度上下文包装服务: 温度上下文包装服务位于单总线模块服务软件包内,服务实现了上下文生产者接口,向上下文收集服务注册提供温度上下文,并向上下文推理服务提交一条推理规则,如规则 2。服务定时启动测温网络,收集各测温传感器采样读数,进行 OWL 封装后提交到上下文收集器。上下文收集器将测温传感器温度上下文写入上下文数据库,触发上下文推理服务动作,根据推理规则 2 得到传感器所在房间的预警温度上下文,并重新触发一个情境温度上下文更新事件。各传感器布设情况通过单总线服务软件包的外设配置 HTTP 服务预先设定。

2) 火灾预警服务: 服务实现了上下文消费者接口,向上下文管理模块提交火灾预警推理规则,如规则 3,并向服务调度服务提交调度规则,注册监听智能家庭住宅火灾事件,如规则 4。

3) 电力总线控制服务与 GSM 模块控制服务: 这两个服务提供对电力总线客户端和 GSM 通信模块的访问控制服务。当住宅出现火警时,服务管理模块调度火灾预警服务运行。预警服务首先调用电力总线控制服务切断火灾现场电器供电,接通消防设施供电,然后调用 GSM 控制服务,发送预警短信通知远程用户。

当温度上下文包装服务更新智能家庭环境中各个房间温度上下文时,系统上下文推理服务根据规则 3 判定火情,并产生房间火警事件,由系统根据规则 4 调度火灾预警服务运行。火灾预警服务通过调用电力总线控制服务切断火灾现场家电电力供应,并通过 GSM 控制服务向家庭成员发送火警短信。各服务之间的访问时序如图 5 所示。

(下转第 594 页)