DISP:物联网开放式数据服务系统

张慧超[1,2,3] 朱红松[2] 孙利民[2] 黄晓伟[4]
(中国科学院软件研究所 北京 100190)[1] (中国科学院信息工程研究所 北京 100190)[2]
(中国科学院研究生院 北京 100049)[3] (北京大学软件与微电子学院 北京 100871)[4]

摘 要 为了使物联网中的人、机、物之间能互享数据和服务,设计并实现了DISP数据服务系统。它可以实时获取并处理数据、部署并控制设备;通过高效的稳定数据流,把系统和服务开放给所有用户,供其发布数据和共享资源,从而自由定制高级的数据组件。细述了DISP系统的架构部署、设计原理、实现机制,详细分析了实现DISP数据服务系统开放性、实时性、灵活性的关键技术,并通过实验系统验证了DISP系统的工作流程和运行效果。

关键词 物联网,数据服务,数据流,REST服务

中图法分类号 TP39 **文献标识码** A

DISP:Distributed Information Sharing Platform for IOT

ZHANG Hui-chao[1,2,3] ZHU Hong-song[2] SUN Li-min[2] HUANG Xiao-wei[4]
(Institute of Software, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)[1]
(Institute of Information Engineering, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)[2]
(Graduate University, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)[3]
(School of Software and Microelectronics, Peking University, Beijing 100871, China)[4]

Abstract For sharing data and services among human, machine and environment in the Internet of Things (IoT), we designed a data service system, named Distributed Information Sharing Platform (DISP). This system collects and processes a variety of data streams in real time, changing with time and location; controls devices deployed in physical environment; outputs high efficient stable data stream, serving users all over the world. Every user can either share the data stream under certain rightness, or define high-level service components as his will. This paper described the implementation mechanisms of DISP, analyzed the key techniques about real-time, openness, and scalability in detail, and verified the processes and efficiency under a prototype system.

Keywords Internet of Things, Data service, Data stream, Representational state transfer

物联网数据服务系统是一种集数据采集与融合、设备控制与监测、信息发布与推送为一体,连接底层设备、外部应用系统以及用户终端的集成系统。它为物联网(Internet of Things, IoT)[1]终端提供可靠易用的网络服务,例如数据共享、终端控制、资源融合、数据分析、智能联动等,用户通过网络服务来共享数据并定制应用,从而与物理世界交互。

物联网拥有海量的设备和信息,感知和控制充斥着多维度的感知世界。如何高效管理设备和处理信息是物联网面临的挑战,其面临的难题主要有:(1)物联网的信息具有时空连续性,数据更新快、增长速度快,对存储和计算的挑战引发了新的架构部署的思考;(2)物联网呈现的是人、机、物三元世界,物与物之间的关联是物联网的核心特征和主流业务,为解决异构设备的互连通,需要做到标准统一和协议透明;(3)物联网中实时数据的流量较高而信息压缩率较低,对历史数据的访问频率低但信息压缩率高,如何分类处理不同数据也是面临的问题。

从以上对物联网数据特性的分析来看,在物联网中对数据服务的多元化要求较高,从原始数据到网络服务、从感知层到应用层、从软件到终端设备,都需要有中间层介入进行数据分级处理。本文提出的DISP物联网开放式数据服务系统,允许用户发布自己的数据,并能使用任意开放的资源及其私有资源来定制数据服务,它重点针对3个突出问题:(1)广泛接受或抓取物联网中的海量数据,通过预处理建立高效的检索系统,尽可能避免重复处理和冗余存储,提高服务质量,减少系统资源消耗;(2)通过合理的平台架构和灵活的模型设计,使得泛在设备之间不再受到协议转换的限制,并使得数据源的注册、发现、控制、感知、发布都简单易行;(3)通过分布式部署来管理海量信息和设备,对历史数据和近期数据进行分级处理,合理的动态资源管理机制是解决分布式资源查找和模糊资源定位的有效途径。

到稿日期:2012-02-27 返修日期:2012-05-17 本文受国家科技重大专项(2011ZX03005-006,2010ZX03006-002-03),国家自然科学基金课题(61073180)资助。

张慧超(1984—),男,硕士生,主要研究方向为物联网数据融合等,E-mail:zhanghuichao@is.iscas.ac.cn;**朱红松**(1971—),男,副研究员,主要研究方向为多网融合平台架构等;**孙利民**(1964—),男,研究员,主要研究方向为无线传感器网络等。

本文共分为4节来阐述DISP物联网开放式数据服务系统。第1节分析了DISP数据服务系统的架构和部署；第2节重点描述了物联网数据模型的设计，分别对空间、实物、感知、控制这5部分进行了详细讨论；第3节讨论了DISP数据服务系统的设计原则、运行流程和关键技术；第4节在几个小规模系统的基础上，验证DISP数据服务系统的性能，并代表性地展现DISP数据服务系统在具体行业应用中的用途；最后总结了对DISP数据服务系统的功能和关键技术，并对系统还需改进的地方加以补充。

1 DISP数据服务系统架构

在传统的互联网中，信息流主要是在人与数据源的请求和响应过程中产生的，数据源也是以用户(人)注入到网络中的数据库、文件等形式存在的。这种传统数据服务系统具有如下特征：(1)数据更新慢；(2)数据源封闭性较高；(3)数据的存储目的地是清晰的；(4)数据的发起方是用户(人)。而物联网的数据服务系统与此有很大不同，它拥有海量数据并且更新较快，数据源的开放性较高，存储地址不确定，而且数据的发起方可以是人，也可以是机或物，所以有必要提出一种能够适应海量数据、快速更新、分布式存储以及互联互通的物联网数据服务系统架构。

据此，我们提出了一种开放式物联网数据服务架构，如图1所示，它采用多数据服务器分布式云端部署、资源维护和数据服务剥离的架构，这样可以同时应对高速更新的数据和海量的数据请求，也可以对物联网中的人、机、物提供对等的服务。服务架构分为3部分：开放式数据服务云平台是运行在公共数据中心的分布式计算系统，它提供物联网的基础数据服务和设备管理；资源管理服务器是一套树状的资源命名管理体系，它维护着各级事物命名表，对数据请求服务器提供资源检索服务；数据接入服务器是开放式数据服务平台的门户，所有数据的请求和发布都通过其处理。

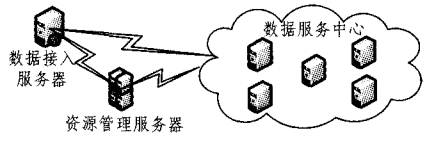

图1 DISP数据服务系统云端架构

1.1 数据服务访问接入平台

数据服务访问接入平台由一组接入服务器构成，主要负责解析来自物联网用户(或应用服务器)的数据访问请求，通过资源管理平台和数据服务平台为用户提供所需的数据。用户请求分为对确定资源的访问请求和对模糊资源的访问请求，对于确定资源访问请求，服务器直接通过资源管理平台中的资源定位表查出请求资源的主机位置，然后再到数据服务管理平台获取实时的数据。模糊资源的访问请求是指用户并不清楚有哪些资源，但知道所需资源的位置区域、时间区间、资源类型、设备属性或用户属性等。接入服务器将约束条件传递给资源管理服务器，由资源管理服务器完成资源的搜索和匹配，再通过数据服务管理平台获得相应的数据。数据访问接入平台对用户提供的接口统一使用REST[2]方式(Representational State Transfer，表述性状态转移)。

REST是一种轻量级的Web服务的设计方式和实现风格，可以降低开发的复杂性，提高系统的可伸缩性。REST可以将网络中的每一个事物都抽象成资源，每个资源都有唯一的资源标识；资源标识符URI与传统的URL不同，前者只代表资源存储的网络资源位置，而后者是对资源操作的语义，如Http定义的4种操作对应到资源的获取、增加、修改、删除，所以其语义既丰富又清楚；REST服务在服务器端是无状态的。综上所述，选择REST服务来做分布式、集群计算是很适合DISP数据服务系统的。

在本系统中，每个事物都有一个URI(Uniform Resource Identifier，统一资源标识符)进行标识，URI的图形表达式如图2所示，一共由4部分组成，URI头部是REST服务器的地址和端口，接着是子系统的名称；然后是具体的资源名；最后是递归定义的用以描述资源的键值对，递归的好处是不限制资源的粒度。可以看出，这样生成的所有资源的描述符可以归并为一棵树，通过表达式模板有效地压缩了URI的长度，语法相对简练，在满足对物联网数据服务请求的前提下，降低了资源解析的复杂度。

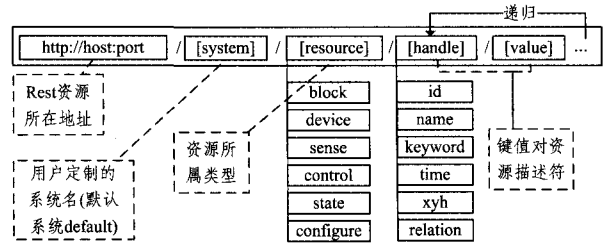

图2 DISP数据服务系统的REST资源描述

1.2 数据资源管理平台

物联网中的资源分为动态资源和静态资源，空间、用户、设备等相对稳定的资源称为静态数据资源，而设备中不断产生的数据流称为动态数据资源。同一个设备可能会存在多个数据流，如加速度、湿度、位置等，每个数据流都是一个具体的资源对象，每个物体可以对应多个数据流。物联网的数据资源会随时间迅速膨胀，而且数据流的产生和消亡的数目变化也较大，这种爆炸式增长、动态性较强的数据资源的存储和管理需要一种有效的解决方式，在众多的数据服务器中定位具体资源是一项复杂的工作。

DNS(Domain Name System)计算机域名系统，有类似目录树的结构，通过主服务器和转发服务器来将域名解析为IP，DNS服务器在域名解析过程中的查询顺序为：本地缓存记录、区域记录、转发域名服务器、根域名服务器。经过调研，DNS服务器的工作机理和系统架构适合于物联网数据服务器的资源管理，但DNS的体系架构缺乏对条件约束的数据资源检索方法。对于用户提出的满足模糊条件的某种特定资源，DNS不能有效解决分布式资源的查找，这是在物联网数据服务平台架构中必须考虑的问题。在本系统中采用模糊查找的方法对条件近似的所有数据服务器进行逐次查询后，将返回的资源在数据访问接入平台做统一整合，其缺点是命中率较低，而且对众多数据服务器查询，等待时间长、返回数据冗余较大，浪费了网络带宽和资源再次整合所需的计算资源。

1.3 数据服务平台

数据服务平台是实际数据的收集、存储、计算的中心，负责配合资源管理平台发布资源信息，并联合数据访问接入平

台提供数据服务。每个数据流在数据服务管理平台中独立存在，并由单一线程负责维护，使它与外存和远程镜像的数据实时保持一致。此外，数据流的状态须与资源管理服务器一致，每当资源产生和删除时都需要更新到资源管理服务器。

数据服务器是以内部推送、外部抽取的方式来工作，后级是物联网数据交换的中心枢纽，负责推送工作，它存储数据并与物联网实时交换数据；而前级负责抽取工作，与外部用户交换数据，解析 URI 并通过请求的合法性和安全性检查后，查找资源的具体位置，然后将用户的请求转换成资源调度流，向数据服务器中心请求资源。后级负责维护和管理物联网的信息世界，实时更新物联网的资源变化，预处理数据流和需加工的数据流，前级的功能由 REST 服务器和资源管理器协作完成，它负责资源部署管理、用户中心维护、请求处理等。前后级的数据交换使用 O&M、Sensor-ML、SOS 等标准[3]，以便于不同数据中心间采用统一标准。

DISP 物联网数据系统的外延是设备和用户，设备负责感知真实世界的数据和相应物联网中物体的控制，用户包括个人终端和应用服务器等发起数据服务请求方。设备终端之间通过数据中心进行交互，同时用户可以使用原始数据流或自由创建新的数据流，还可以通过与数据中心进行直接控制或定制规则来与终端进行交互。用户包括高级用户和初级用户，初级用户通过数据访问平台去获取系统自带的数据服务，高级用户需要使用应用服务器提供的数据定制、规则定制、服务托管、数据组件等高级的用户服务。DISP 物联网数据服务系统必须考虑到外延的特征需求，从而设计出适合物联网特性的数据服务系统。

2 数据模型分析

数据模型是 DISP 数据服务系统的核心思想，它的存在是设计、实现、运行、维护等过程的主要依据，通过可视化模型可以追踪系统在设计、开发过程中的各个环节以及跟踪系统的运行状态。物联网中的数据种类很繁多，在本文中根据数据功能和用途将其归纳为 4 大类：地理空间、实物、感知、互操作。地理空间包括地理信息、空间信息和室内信息，其中地理空间是以静态的成分为主，在其运行期间静态部分不发生变化，其关联属性会实时更新；实物是属于半动态的成分，如前端、移动终端、感知设备、控制设备等，它以基于面向对象的方式进行描述，利用继承、多态、泛化、关联等概念尽可能使得实物间的关系清晰，同时也使得实物模型更易扩展，具体的实物及其之间的关系在运行中会实时更新；感知信息是属于动态的，感知模块除加载历史数据外，还可随着系统的运行将感知数据实时地汇集到 DISP 数据服务系统上，同时可以获得一定的设备运行状态；交互信息也是动态的，启动时会将交互模板加载进来，以规约设备的操作集合，并使得 DISP 数据服务系统通过设备与设备的交互，获得设备的运行状态和可操作指令。数据模型中的静态信息（如空间地理信息、设备类型的静态信息、历史数据等）的注入，使得系统的运行得到保障，因为后期的数据注入会因缺失模型而出错。下面就物联网中的数据模型进行具体的介绍。

2.1 空间模型

在该系统中采用三维空间方式定义空间模型，我们可以把所有的空间物体，如小区、楼房、楼层、家居、器物等，都看作是一个“盒子”，给每一个“盒子”定义一种级别，根据其在物理世界中的空间级别，使用包含关系进行嵌套定义。在实际应用中可以结合地理位置信息来检索它们的空间关系，同时也可以根据移动物体的历史记录分析出空间“盒子”的用途和相互关系。空间模型用来给用户行为和数据流做空间分析，用户通过自由地选定区域或空间，得到感兴趣的实物或数据流，也可以通过隧道方式来定制自己感兴趣的空间场所，把位于不同地域的建筑设置到一个虚拟的“盒子”中，利用这个虚拟“盒子”定制私人的数据服务。

2.2 实物模型

实物是物联网不可或缺的成分，实物指物联网中有能力与人、机进行交互提供信息或接受信息的物体。通常实物的差异性较大，在物联网中它称为泛在设备。为了满足描述泛在设备的特性，本文中采用了相对松散的模型来定义，设备构成可嵌套，即设备可以由子设备组成，这样有利于更细粒度地描述实物，也有利于对复杂物体进行描述。为了保证通用性，实物的型号、状态、属性都采取二元键值对的形式描述和存储，这样就可以不受约束从而对实物进行任意维度的描述。为了突出物联网的时空性、功能性、安全性，着重对物联网实物的位置信息、功能性和用户属性进行描述。

2.3 感知模型

感知模型部分依赖于实物模型，它会根据设备模型提供的功能，对感知数据的种类、格式、时间、采集方式等进行详细描述，数据的接收、处理、存储等流程都需要依据感知模型来设计。感知数据是来自传感网的实时数据或互联网的虚拟输入，也是组成数据流元组的主要部分。针对感知世界中的多维数据，如数据有一维（比如感知数据、真实世界中的标量信息、用户信息、动作、文字等）、二维（图像、表、加速度、任意二维矢量等）、三维（视频、空间信息、3D 动作等）以及更高维信息，处理多维数据是必须要考虑的问题，所以为简化处理流程，在本系统中它们都被转化为低维向量或标量，其描述类型尽可能使用标准类型模板，单位和进制也应该采用国际标准。

2.4 互操作模型

物联网中，不但人可以与物体交互，物体之间也是可以互操作的，所以在物联网的范畴中提出了 M2M[4] 的交互方式，M2M 是为设备的双向通信而服务。每种设备在注册的时候都会将自己的可控制流程和指令集提交给数据服务器，因此通过数据服务器，物体之间能够进行互相操作，DISP 数据服务系统使用标准的 M2M 协议，而泛在设备由于功能限制不一定使用该协议，所以在 DISP 数据服务系统中有一个协议适配层去转换协议，从而使得设备与 DISP 数据服务系统之间协议透明。为了使系统控制能有所依据和约束，定义了互操作模型，控制流程依赖于实物模型发出控制命令或指令流程，其通讯过程有两种：第一种方式是双方使用私有指令进行对等控制，DISP 数据服务系统利用标准指令集的译码来屏蔽双向的差异；第二种方式是如果双方都具备 REST 服务功能，则可以通过 REST 方式来进行互操作。互操作模型在 DISP 数据服务系统中是以控制容器的形式体现，每种控制流都对应着设备、控制功能以及指令流程，在本系统中把控制也作为一种资源或服务。

DISP 数据服务系统是依据数据模型而存储、处理和发布数据的，在 DISP 数据服务系统内部各个资源都是以流的形式存在，运行中每个资源都被细分并过滤成单独的流，并且可以根据用户的需求来创建高级数据流。数据模型会随着系统的运行被更新或备份在外存中，在系统开启后会附加一些运行时的信息，用来保证运行流程的效率和质量。

3 DISP 数据服务系统设计

3.1 设计原则

服务请求采用异步并发的处理机制，用户向 DISP 数据服务系统发出的请求是复杂的，对资源的访问和控制所需时长不一致，如果采用同步串行处理，整个过程所占用的系统资源较多、等待时间较长。因此为了让海量请求能够公平、快速地得到数据服务，需要将请求与服务分为两个过程进行异步处理，使所有请求先响应，然后再去处理并返回资源。DISP 系统在资源检索与数据流两个服务系统中使用了异步并发机制来保障系统服务质量。

采用资源的聚类组织和批量处理机制。影响分布式系统效率的主要原因有两个：一是任务调度的频度；二是系统间的通信量。调度和数据交换会大量占用处理器资源和网络资源，也会增加服务的响应时间。资源的组织结构是影响这两个因素的核心要素。如果资源组织不合理，任务间的调用、机器间的交换就会大大增加。DISP 系统中各种数据资源，如数据流资源、空间资源等，首先采用空间和类型两个属性进行索引，然后在运行时系统可以根据数据流之间的实际组织关系进行动态迁移和重构，实现资源结构的自我演进，逐步提高系统的执行效率。除此之外，线程资源也需要进行聚类组织，以避免一些不活跃的数据流占用线程等系统资源。同时，为了提高系统吞吐率，对网络交换、事务处理采用异步批处理的方式，如压缩负荷较轻的多线程为单线程处理，以提高整个系统的运行效率。

尽量采用数据预处理的方式，对热门资源尽可能采用缓存加索引方式来优化数据服务性能。DISP 数据服务系统内部需要考虑海量请求的并发处理，如果通过数据库来存取，其响应速度明显不够，通用的数据库数据缓存机制在应对快速更新的数据时会出现瓶颈。为了能够应对物联网用户与数据服务之间巨量的连接和重复的请求，在资源动态索引的基础上，以数据流为单元进行数据缓冲处理，这也是 DISP 系统的核心特征之一。对于热门资源，其重复访问率是很高的，所以这里需要设计一种能够避免重复计算和存储的一种机制。

尽可能减少资源之间的关联，这样对于不同粒度的资源可以不用考虑实现中的限制和运行中的操作依赖，对泛在设备的实现需要考虑到尽可能抽象以增加扩展性。对外提供的数据服务粒度尽可能细，功能尽可能简单，以便外部业务逻辑的实现可以重组这些数据和服务，形成更高级的数据服务。不同资源容器可交叉工作，当发现资源变动时，可以异步维护资源的完整性和合理性，以利于垃圾自动回收机制的实现。

3.2 运行流程设计

DISP 数据服务系统的内部运行模块分前级和后级，它们独立部署，前级负责数据的抽取、资源管理、数据组装，后级负责数据的存储、更新、分发、过滤、推送。前后级的模块框架和工作流程如图 3 所示。

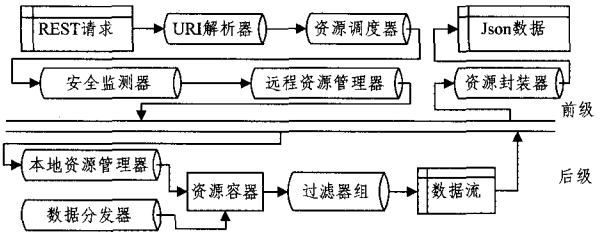

图 3 DISP 数据服务系统的工作流程

前级被启动后，会依次进行如下流程，第一，前级接收到 REST 请求后，解析 URI，资源调度器生成数据访问对象，并交给安全检测器去校验；第二，远程资源管理器会根据数据访问对象查找资源描述符表，获取资源列表；第三，资源调度器封装调度请求，发送异步请求，资源封装器获得返回结果后，按照约定格式将资源封装，对结果贴上标准 W3C 状态返回码，然后打包为 JSON 格式并返回给用户。

后级被启动后，建立资源容器并获取实时数据，与此同时本地资源管理器与远程资源管理器进行资源同步。等初始化工作完成后，后级就可以接受前级资源调度请求，具体流程是：(1)上层的后级服务接口负责监听前级的调度请求，根据被请求资源的类型去调用下层的资源库或资源池，资源容器对资源进行高效的过滤和组合，形成新的数据流后封装为序列化对象，然后发送给前级的资源封装器；(2)中间层的资源库和资源池(资源库和资源池的区别是库不含多线程运行实体，而池中的每个资源都是以可运行实体存在)实时地去维护最新的数据和运行状态，比如创建或回收新的数据流，重启或恢复设备等，在后级中按照数据模型可以分为以下资源库或池，这部分工作和上层的数据服务接口是异步工作的；(3)底层的数据分发器和实时数据获取器负责将历史数据、实时数据、数据库数据分发到各个资源容器当中，同时负责下行时将重要的运行数据或指令发送给物理设备。

3.3 关键技术

DISP 数据服务系统是针对海量数据处理的，如何部署不同的资源容器或子系统是需要考虑的关键问题之一。次级资源容器如果可以独立运行，那么它们既可以被横向独自部署在不同的服务器上，又可按照竖向将不同系统的后级分开来部署，这样就满足了 DISP 系统灵活地进行分布式部署的需求。这 4 个构件是 DISP 数据服务系统后级的核心成分，其所维护的数据流是以实时方式更新的，所以流池中的记录对数据库和文件系统是延迟写入的，这样就可以保证外部数据服务优先。后台对资源的并发请求用读写锁来保证数据一致，所以数据流操作对于海量的外部请求不会产生冲突。

数据分发器旨在加快本地数据分发效率，如果让每个数据流去自行维护数据，系统可能需要创建与数据流数目相当的线程来维护，耗费资源系统较多，所以所有数据由数据分发器来处理，这样就相对减少了线程之间的切换，如果运行在多核处理器上，可以让多个线程来均衡并行处理。为了提高实时性，数据分发器中嵌入了实时数据收发器，实时数据可以优先被处理，数据服务中心对外部网关或设备提供高速数据通道，可以使得传输更密集。

基于分布式系统设计的资源管理器，既迎合了 REST 风

格，也满足了物联网海量数据的管理。后级的本地资源管理器负责实时的监控资源状态，并把本地资源列表更新到远程的前级资源管理器上，前级资源管理器是树状形式组织的，它并不以资源的地域来分级，而是根据资源的热度和实时性要求来进行分级，当数据接入服务器收到请求后，会查找本地资源管理服务器的缓存，如果查找不到，则会依次查找转发资源服务器和根资源管理服务器。

4 系统验证

DISP数据服务系统具有地理空间分析、空间漫游、移动定位、多媒体信息、数据分析与展示、智能联动、设备控制等多种功能，涉及的应用领域有企业、室内外公共应用、智能家居、个人应用等，所以有必要采用典型应用对其功能和性能进行实验性验证。

案例一是室内关键设备定位跟踪系统，如图4左下所示，客户端使用了RIA[5]风格的Flex[6]应用，在Arcgis[7]地理空间服务器的基础上，进行二维地图向三维地图的漫游，当进入室内以后，可以看到所有的室内设备和场景，当关键设备被移动后视频会自动跟踪，并且相关终端会发出警报。除此外，可以点击地图上的摄像头，拉出视频画面，通过在画面上拖拽，转动摄像头方位。

案例二是智能家居系统，如图4右下所示，它运行在安卓客户端上，用户登录后，进入室内，可以看到温度、湿度、台灯、加湿器等设备；然后框选设备，便能看到数据分析图表；点击台灯可以进行打开或关闭操作；点击按加湿器出现旋钮，可以控制加湿器的湿度等；可以给加湿器设置触发器，然后提交给应用服务器，应用服务器根据环境条件可以智能地开启或关闭加湿器或调节其出风大小。

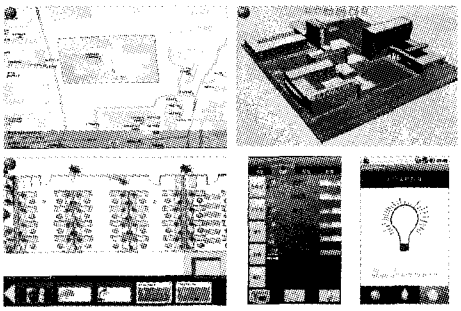

图4 室内应用

验证系统与DISP数据服务系统的交互过程为：(1)在进入交互界面时，从数据服务系统中获取地理空间信息；(2)当进入地理空间后，客户端异步地与DISP数据服务系统交互获取设备列表，并在实际位置高亮显示；(3)功能面板显示活动数据流和控制流，点击某个设备便可以不同方式展示它的感知和控制功能菜单；(4)用户点击数据流按钮或控制按钮对设备进行实时展现或交互；(5)用户可以将几个设备拉在一起，对数据流编写业务逻辑，提交应用服务器托管[8]。

可以看到，DISP物联网数据服务系统可以为某个特定的工厂、产业、家庭、个人提供开放式的数据服务，这已经摆脱传统系统以复制加修改的模式，因为用户和应用是多对多的关系，所以以开放式的数据共享模式提供数据服务，将显得更为人性化，同时为应用定制方节省了二次开发的代价。

结束语 本文根据物联网数据服务的特点给出了模型设计，然后详细描述了DISP物联网数据服务系统的架构、部署、运行，最后通过典型应用验证了DISP系统的功能和效果。DISP系统通过分布式资源管理实现了海量资源的存储管理，通过数据预处理器使得资源请求的时间大为缩短，这有效增加了数据请求的吞吐量。DISP系统将资源全部以数据流的形式处理，为用户提供了更具扩展性的数据服务。在以后的工作中需要改进的方面有：(1)DISP数据服务系统是基于云平台分布式部署的，不难看出本文在安全方面存在欠缺，未来将增加多级防护的安全机制，在数据服务中心增加用户部分，通过用户级别来分配权限，同时也可以在应用服务器上增加安全模块来保障行为的安全性；(2)资源管理方面对于模糊资源检索的命中率较低，主要受制于语义分析的误差，初次命中率介于20%～50%之间，为提高命中率，本文采取重复筛选的方式来减小目标集，以后会探讨较为高效的解决方案。目前的应用系统只是在室内的智能家居应用上做验证，未来将会逐渐推广到更多行业和领域，在特定行业的高性能需求的推动下，DISP物联网数据服务系统的性能才能得到更好的改善，适应性和扩展性也会得到验证和改进，以期为更多的行业应用服务。

参 考 文 献

[1] Yang Zhi-hong, Peng Yu-feng, Yue Ying-zhao, et al. Study and application on the architecture and key technologies for IOT[C]// Multimedia Technology(ICMT), 2011 International Conference on. 2011:747-751

[2] Yan Ning. Make the Consumable Services via REST[C]// Congress on Services Part II, 2008. SERVICES-2. IEEE. Sept. 2008: 15

[3] Botts M, Percivall G, Reed C, et al. OGC® Sensor Web Enablement: Overview And High Level Architecture[C]// Autotestcon, 2007 IEEE. 2007:372-380

[4] M2M-Oriented QoS Categorization in Cellular Network, Wireless Communications, Networking and Mobile Computing (WiCOM)[C]// 2011 7th International Conference on. 2011:1-5

[5] Zhang Fan. Design and Implementation of Open Source WebGIS Based upon RIA [C]// Internet Technology and Applications (iTAP), 2011 International Conference on. Zheng-zhou Univ., Zhengzhou, 2011:1-4

[6] Immonen M, Wu J, Chen P, et al. Active optical flex module for ultra-short distance data applications[C]// Electronic System-Integration Technology Conference (ESTC), 2010 3rd. 2010:1-6

[7] Zhao Jun, Wang Qun, Wang Yue, et al. Real Estate Early Warning Information Release Platform Based on ArcGIS Server[C]// E-Business and E-Government (ICEE), 2010 International Conference on. 2010:2308-2311

[8] Kawsar F, Kortuem G, Altakrouri B. Supporting interaction with the Internet of Things across objects, time and space[C]// Internet of Things(IOT). 2010:1-8